This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Einleitung.

Das Gebiet der *Axenstrasse* hat wegen seiner landschaftlichen Schönheiten schon frühzeitig die Aufmerksamkeit der Reisenden auf sich gezogen. Abbildungen und Beschreibungen der Ufer des *Urnersees* findet man schon in den älteren Reisewerken; nur wenige allerdings zeigen Verständnis für Aufbau und Formen des Gebirges. Zu diesen ist die Tafel von *J. J. Scheuchzer*[1]) zu zählen, die zuerst den Schwung der Schichten zu beiden Seiten des Sees wiedergibt. Speziell geologische Beobachtungen und Untersuchungen, unser Gebiet betreffend, verdankt man *C. Escher v. d. Linth, Arn. Escher v. d. Linth, Lusser* in *Altdorf, Mayer-Eymar, U. Stutz, Cas. Mœsch* und *Aug. Tobler*[2]). Die Arbeiten der vier Letztgenannten bilden wichtige Grundlagen für die Beurteilung der stratigraphischen Verhältnisse. Die hervorragendste Darstellung dieser Gegend findet sich jedoch in *A. Heims* Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein (1891). Dort findet man auf Seite 42—53 und auf Tafel I, Profil 2 und 3, und Tafel III, Fig. 3, den Zusammenhang der Faltenteile, vor allem aber den Verlauf der einzelnen Gewölbe und Mulden vom Westufer des *Urnersees* an weit nach Osten in Wort und Bild meisterhaft dargestellt. Die neueste Theorie der Tektonik[3]) der Schweizer-Alpen ändert an der Darstellung der Tatsachen kein Iota; sie befasst sich nur mit der Verbindung der ganzen grossen Gebirgsketten untereinander, sozusagen nur mit den punktierten Linien in der Luft und im tiefen Boden drin. (Vgl. Fig. 28.)

Herr Prof. *Heim*, dem ich so vielen guten Rat verdanke, stellte mir die Untersuchung des *Frohnalpstockgebietes* als Aufgabe; denn, obschon es ziemlich gut bekannt war, liess sich noch manches genauer untersuchen und kartieren. Ungefähr folgende Gesichtspunkte hatte ich zu verfolgen:

1. Es galt, eine lokal-stratigraphische Untersuchung vorzunehmen, die als Basis für spätere Arbeiten über die verschiedenen Facies der ostschweizerischen Kreide dienen kann.

---

[1]) *J. J. Scheuchzer*, Naturhistorie des Schweitzerlandes, 4. Bd. (Helvetiæ Stoicheiographia etc.), p. 112 und Tab. 1.

[2]) Siehe Literaturverzeichnis.

[3]) Vgl. *M. Lugeon*, 1901.

BRANNER
GEOLOGICAL LIBRARY

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES

BEITRÄGE
ZUR
GEOLOGISCHEN KARTE DER SCHWEIZ

HERAUSGEGEBEN VON DER GEOLOGISCHEN KOMMISSION DER SCHWEIZ. NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

AUF KOSTEN DER EIDGENOSSENSCHAFT

NEUE FOLGE, XVIII. LIEFERUNG

DES GANZEN WERKES 48. LIEFERUNG

Geologische Untersuchung
des
Frohnalpstockgebietes
(Kanton Schwyz)

Mit einer Karte, einer Tafel Ansichten und Profile und 28 Textfiguren

von

Dr. **Paul Arbenz**

in Zürich.

BERN

In Kommission bei A. FRANCKE (vorm. Schmid & Francke)

1905

Buchdruckerei Stämpfli & Cie. in Bern

Inhaltsverzeichnis.

pag.

Vorwort III
Inhaltsverzeichnis V
Literaturverzeichnis VII
Einleitung 1

Erster Teil.

Stratigraphie.

Allgemeines 3

A. Jura 3
Allgemeines 3, Gesteinsfolge 4.

B. Kreide 7
Allgemeines 7

I. Berriasien 8
Allgemeines 8, Gesteinsfolge 9, Lokalitäten 10, Fossilien 10.

II. Valangien und Neocomien 12
Allgemeines 12, Gesteinsfolge 13.
1. Kieselkalkige Schiefer 13
2. Kieselkalk 13
3. Grünsandstein 14
Fossilien 14
4. Oberes Neocomien (Drusbergschichten, Spatangenkalk) 15
5. Coulonischichten 16

III. Urgonien und Aptien 18
Allgemeines 18, Gesteinsfolge 19.
A. Normale Ausbildung (Brunnen) . . . 19
B. Ausbildung am Frohnalpstock etc. . . 20
Aptien 20
C. Reduzierte Ausbildung 21
NB. Südliche Facies 23

IV. „Gault" 23
Allgemeines 23, Gesteinsfolge 23.
1. Echinodermenbreccie 23
2. Concentricus-Schiefer 24
3. Ellipsoidischer, grünsandiger Kalk . . 24
Spezialprofile 24, Fossilien 26, Reduzierte Ausbildung 27, Südfacies 28.

pag.

V. Seewerkalk und Seewerschiefer 28
Allgemeines 28, Gesteinsfolge 28.
1. Seewerkalk 28
2. Seewerschiefer 28
3. Oberer Seewerkalk 28
Fossilien 29, Reduzierte Ausbildung 29, Abgrenzung, Verhalten gegenüber den Wangschiefern 29, Südfacies 30.

VI. Wangschiefer 31
Allgemeines 31, Gestein 31, Fossilien 31, Übergänge, Alter 31, Südfacies (fehlt) 32.

Die reduzierte Mächtigkeit und das Fehlen der mittleren und oberen Kreide zwischen Plankstock und Klingenstock 32
a) Zusammenfassende Darstellung der Erscheinungen 32
b) Versuch zur Erklärung dieser Erscheinungen 34

C. Tertiär 35

Eocän 35
Gesteinsfolge 35.
a. Frohnalpstockplateau 35
b. Sisikon-Riemenstalden-Muotathal . . . 35
Fossilien 36.

Stratigraphische Übersichtstabelle . . . 38

Zweiter Teil.

Tektonik.

Einleitung 39.

Spezielle tektonische Beschreibung . . . 41
1. Die Eocänzone von Schwyz 42
2. Das Axensteingewölbe 42
Flexur 43
3. Die Morschacher Mulde 44

Brüche in der Umgebung von Morschach . 46
4. Das Frohnalpstockgewölbe 49
Brüche 50
5. Die Furggelenpass-Mulde 55
6. Das Hauserstockgewölbe 56

pag.

7. Die Mulde der Krauteren-Alp 57
8. Die Eocänzone des Riemenstaldentales (Sisikon-Muotathal) und ihre Umgebung 58
a. Unterlage der Eocänzone 58
b. Die eocäne Zone 59
c. Das Hangende der Eocänzone . . . 60
Ob Sisikon 61, Riemenstaldental 63, Katzenzagelpass 63, Grindsplaken 63, Juchli und Frutt 64, Allgemeines 65.
9. Die Tektonik der Axenkette 67

Allgemeines über die Tektonik des Frohnalpstockgebietes 67

Dritter Teil.

Bildungen der Oberfläche.

A. Talformen, Talstufen, Terrassen . . . 72
1. Talformen 72
2. Talstufen und Terrassen 73

pag.

B. Glaciale Erscheinungen 75
1. Moränen, Blöcke 75
a. Reusstal und Riemenstaldental . . . 75
b. Muotathal (Delta von Ibach, Terrasse von Mättli) 76
2. Gletscherschliff, Rundhöcker, Gletschererosion 78
a. Gletscherschliff 78
b. Rundhöcker 79
c. Gletschererosion, Talformen 79

C. Wildbäche, Schuttkegel, Alluvionen . . 79
1. Wildbäche 79
2. Schuttkegel 80
3. Alluvionen 80
4. Quellen 80

D. Verwitterung, Oberflächenformen . . . 81
1. Chemische Verwitterung (Karrenbildung) 81
2. Mechanische Verwitterung (Bergform, Stufung) 82

Literaturverzeichnis.

Marcel Bertrand. Rapports de structure des Alpes de Glaris et du bassin houiller du Nord. — Bull. Soc. géol. franç., 3e série, t. XII, p. 318. **1884.**

Bertrand et Golliez. Les chaînes septentrionales des Alpes bernoises. — Bull. Soc. géol. franç., 3e série, t. XXV, p. 568—595. **1897.**

C. Burckhardt. Monographie der Kreideketten zwischen Klönthal, Sihl und Linth. — Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, neue Folge, Lief. 5 (des ganzen Werkes Lief. 35). **1896.**

C. Culmann. Bericht an den hohen schweizerischen Bundesrat über die Untersuchung der schweiz. Wildbäche. Zürich **1864.** (Über Muotathal, p. 217—222.)

A. Escher von der Linth. Profil der Schichten zwischen dem Pragelpass und Iberg. — Verh. d. Schweiz. naturf. Gesellsch., **1868,** p. 61.

— Tagebücher (ungedruckt), V, 2 u. 22; IX, 98, 101.

Hans Conr. Escher. Geognostische Nachrichten über die Alpen, in Briefen aus Helvetien. Erster Brief: Profilreise von Zürich bis an den Gotthard. — In „Alpina" von C. U. von Salis und Joh. Rud. Steinmüller, Bd. II, p. 1—30 (Frohnalpstock und Axenberg, p. 20—23). **1807.**

M. Hébert. Age relatif des calcaires à Terebratula moravica et du Diphyakalk, ou calcaire à T. janitor et T. diphya. — Bull. Soc. géol. franç., 3e série, t. II, p. 148. **1874.** (Enthält Notizen von C. Mœsch über Riemenstalden etc., p. 150, und Tafel mit Profilen.)

A. Heim. Über die Erosion im Gebiete der Reuss. — Jahrb. d. S. A. C., Bd. XIV, p. 371, mit Karte und Profiltaf. **1878/1879.**

— Notizen über Wirkungen des Blitzschlages auf Gesteine. — Jahrb. d. S. A. C., Bd. XXI, p. 342 (speziell p. 355). **1886.**

— Geologie der Hochalpen zwischen Reuss und Rhein. — Beitr. z. geol. Karte der Schweiz, Lief. 25 (und Blatt XIV der geol. Karte d. Schweiz, erschienen 1885). Bern **1891.**

F. J. Kaufmann. Der Pilatus. — Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, Lief. 5. **1867.**

— Kalkstein- und Schiefergebiete der Kantone Schwyz und Zug und des Bürgenstocks bei Stans. — Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, Lief. 14. **1874.**

Livret-guide géologique dans le Jura et les Alpes de la Suisse (dédié au Congrès géol. international). Paris et Lausanne **1894.** — Darin: *C. Schmidt,* Zentrale Schweizer Alpen, Pl. VIII, XI, p. 111; *E. Renevier et H. Golliez,* Alpes centrales et occidentales, p. 197.

2. Die Ursachen der Reduktion der Mächtigkeit des Schrattenkalkes etc. im Gebiet westlich des *Plankstockes* (im SE des Gebietes) sollen festgestellt werden.
3. Die Wangschiefer (Alter; Fossilien; Übergänge).
4. Die Verhältnisse der eocänen Zone *Sisikon-Muotathal* sollen eingehend studiert werden. Der sogenannte Mittelschenkel bei *Frutt* (südlich ob *Muotathal,* nördlich der Eocänzone) soll in seinen Erscheinungen genauer geprüft werden und vor allem seine allfällige Fortsetzung nach Westen bis *Sisikon* verfolgt werden.
5. Die *Lugeon*sche Auffassung der Alpen-Tektonik soll in Anwendung auf dieses spezielle Gebiet auf ihre Wahrscheinlichkeit geprüft werden, allfälligen Kriterien dafür oder dagegen nachgespürt werden.

Erster Teil.

Stratigraphie.

Schon lange ist bekannt, dass in der Zentral- und Ostschweiz innerhalb der Kreidegebiete beträchtliche facielle Verschiedenheiten vorkommen. Besonders zwei Gebiete sind wegen der beträchtlichen Differenzen trotz ihrer topographisch benachbarten Lage hervorzuheben. Ihre Grenze ist im allgemeinen durch eine schmale Eocänzone gebildet, die sich als eine überaus wichtige tektonische Linie erwiesen hat. — Die nördlichere Ausbildung findet sich in der *Frohnalpstockkette*, der *Drusbergkette*, im *Rautispitzgebiet*, im obern Teil der *Churfirsten* repräsentiert; die andere, die südlicher von dieser liegt oder sie unterteuft, findet man in der *Axenkette*, den *Silbern*, am *Glärnisch* (inklusive *Deyenstock* nördlich des *Klönthals*) und im untern Teil der *Churfirsten*.

Burckhardt (1896) hatte im Gebiete nördlich des *Klönthals* diese beiden Ausbildungsarten genau untersucht. Er nennt die nördlich gelegene die Nordfacies, im Gegensatz zur südlicheren, der Südfacies. Der *Frohnalpstock* gehört demnach zur Nordfacies *Burckhardts* (die *Axenkette* zur *Südfacies*). Getrennt werden beide in unserem Gebiete durch die Eocänzone *Sisikon-Muotathal*.

Aug. Tobler[1]) untersuchte im Gebiete des *Urnersees* die faciellen Differenzen in der untern Kreide und gelangte zu Resultaten, die ich, soweit meine Beobachtungen reichten, vollkommen bestätigen kann.

Im folgenden wurde die Einteilung *Burckhardts* im wesentlichen als Grundlage für die stratigraphische Beurteilung der Schichten genommen, was durchaus berechtigt erscheint, da nur untergeordnete Verschiedenheiten zwischen der Nordfacies im *Rautigebiet* und derjenigen des *Frohnalpstockes* aufzufinden sind.

A. Jura.

Allgemeines. — Im SE des Gebietes (südwestlich ob *Muotathal* und weiterhin gegen den sogenannten *Katzenzagel-Pass*) trifft man als normales Lie-

[1]) *A. Tobler*, N. Jahrb., 1899, Bd. 2, p. 142—152.

gendes der Berriasschichten einen Komplex von oben dunkeln, unten helleren Kalken, oft mit eingelagerten Mergelbänken, die die *Weisswand* südwestlich ob *Muotathal* bilden und als immer schmäler werdendes Band südwestlich weiterstreichen, um in der Gegend der *Goldplank* und des *Katzenzagels* auszukeilen. Die hier in Frage kommenden Gesteine wurden schon von *A. Escher* beobachtet, und offenbar hatte *Mœsch* dieselben auch als Jura gedeutet, wie aus einem weiter unten angeführten Profil von der *Goldplank* zu ersehen ist. Nachdem *Mœsch* aber die ehemals von ihm, wie auch von andern, als Tithon bezeichneten Stufen als Berrias richtig erkannte, sprach er sich nirgends mehr über das Liegende des Berrias (von der *Goldplank*) aus. Die Altersbestimmung dieser Gesteine ist einstweilen noch sehr unsicher, denn diese Stufe tritt eben in einer Gegend auf, wo man über die tektonische Stellung der einzelnen Schichtkomplexe im Zweifel ist. Ein weiterer erschwerender Umstand ist ihre Armut an Fossilien (ich fand bloss einen Aptychus, und zwar in den obersten Schichten); und endlich ist der Charakter des Gesteins in den tiefern Partien derart, dass man unschlüssig ist, ob nicht etwa Schrattenkalk vorliege; die höhern Lagen besitzen dagegen ganz das Aussehen des alpinen Malms. *Heim*[1]) fasste die hierher gehörigen Gesteine in der Tat auch als Schrattenkalk auf (als Doppelung oder Einfaltung im südlich überliegenden Klingenstockgewölbe). Wenn ich hier von der Auffassung meines hochverehrten Lehrers abweiche, so tue ich es nur mit Vorbehalt.

Gesteinsfolge. — Steigt man vom *Wannentritt* (nördlich ob den Hütten der *Goldplank*) gegen das Tal hinab, so findet man von oben angefangen:

1. Dünnbankigen, wellig-plattigen Berriaskalk (innen hellgrau, aussen weisslich), zirka 40 m. Übergehend in:

2. Berriasschiefer. Aussen schwarzbraun durch tonige Häute, innen hellgrau, oft kristallinisch calcitisch, stark geädert. (Auch dunkle, faule Tonschiefer finden sich.) Darin eingelagert, namentlich gegen unten: Festere Bänke mit denselben Spuren mechanischer Beeinflussung, zirka 30 m. Übergehend in:

3. Bröckeligen Kalk (jedoch ziemlich zähen). Aussehen wie folgender.

4. Innen dichter, bräunlich-schwarzer Kalk, aussen grau bis bläulich-grau. Bruch splitterig-muschelig. Abwechselnd mit Mergellagen. Zirka 10 m. zu sehen.

Schutt und Vegetation.

Vgl. Taf. I, Fig. 3 und 4 (5).

---

[1]) *Heim* (1891), p. 49, Taf. I, Prof. 3.

In diesem Profil ist wohl die normale Unterlage des Berriasien, der oberste Malm, aufgeschlossen. Eine scharfe Grenze existiert nicht.

Gegen SW, gegen den *Katzenzagel-Pass*, keilen diese Kalke, wie schon bemerkt, allmählich aus. Gleich ob den Hütten der *Goldplank* ziehen sie durch; dort trifft man, von obenher kommend:

1. Berrias, typisch;
   Schutthügel (Moränen);
2. schwärzlichen, ziemlich dichten, aussen gelblich-grauen Kalk, abwechselnd mit Schieferlagen; auch calcitisch brecciösen, sonst schwärzlichen Kalk; übergehend in:
3. hell anwitternden, Schrattenkalk-ähnlichen Kalk, ohne Fossilien (der Schrattenkalk gleich südlich der Passhöhe ist voll Requienien etc.);
4. Schiefer, stark gequetscht, mit Adern und Tonhäuten.

In der Richtung gegen *Muotathal* nimmt die Mächtigkeit dieser hellen, von weitem ganz wie Schrattenkalk aussehenden Kalke zunächst zu, dann (ob den Hütten von *Juchli*) wieder ab, um dann am Abhang gegen das *Muotathal* bedeutend anzuschwellen. Dort bilden diese Gesteine die Weisswand und das Gelände südlich *Büchsenen*.

Der Kalk der *Weisswand*, man könnte ihn kurzweg Weisswandkalk nennen, ist es nun, der der Deutung grössere Schwierigkeit bietet [1]). Steigt man auf dem Fussweglein über die *Weisswand* hinunter, so findet man einen allmählichen bedeutenden Wechsel im Aussehen des Gesteins. Die Verhältnisse sind im übrigen klar. Oben zieht das Berrias durch; unter diesem liegen wiederum die verquetschten kalkig-tonigen Schiefer (sie bilden die Terrasse, auf der die Hütten zur *Weisswand* stehen). Am Abbruche der Wand beginnen die bräunlich-schwarzen Kalke (oft mit einem grau-violetten Tone), erst dünner geschichtet, dann massig, und hier ohne mergelige Zwischenlagen. Je tiefer man kommt, um so heller, bräunlicher wird das Gestein (mit zahlreichen Calcitadern). Man kommt in Versuchung, an Schrattenkalk zu denken. Der Bruch des Gesteins ist zwar nicht der des Schrattenkalks; er ist immer noch mehr muschelig und zeigt nur schwache Andeutung von Schuppigkeit. Er ist häufig etwas fleckig. Das Liegende des Weisswandkalks ist, da wo es zu sehen ist, ein sehr variabler, verkneteter Schiefer, hie und da mit Kalkeinlagen.

Ganz gleiche Reihenfolge von Gesteinen trifft man, wenn man von *Büchsenen* (im Talboden südlich *Muotathal*) durch eine tote Schlucht aufsteigt. Erst ist es ein dunkelgrauer, oft bläulicher Kalk, der bergaufwärts (man

---

[1]) Vgl. Taf. I, Fig. 4 (1).

gelangt jedoch in tiefere Schichten) in hellere, immer mehr an typischen Schrattenkalk erinnernde Varietäten übergeht. Auch am NW-Ende der *Weisswand,* wo sich die Schichten dem Talboden nähern und von einem Bach abgeschnitten sind, kann man konstatieren, dass oben dunkle, dichte Kalke, unten mehr und mehr helle, sogar oft etwas spätige Kalke vorherrschen. In der obern Partie fand ich hier einen Aptychus, sonst sah ich keine Fossilien, vor allem auch keine Requienien, die im Schrattenkalk bei *Frutt* und *Hellberg* häufig sind.

Die tiefern Partien des Weisswandkalks sind meistens voll Calcit, so dass das Gestein oft mehr eine calcitische Breccie mit zackigen schwärzlichen Nahtausfüllungen als ein Kalk genannt werden sollte.

Nirgends fand ich an der Basis des Kalkes eine Wiederholung der dunkeln obern Schichten, sondern, soweit aus den wenigen sichern Aufschlüssen zu ersehen (z. B. im Tobel, das von *Frutt* gegen *Muotathal* hinunter geht), liegen unter dem helleren Weisswandkalk verknetete Kalkschiefer mit Tonhäuten. Diese darf man wohl, im Vergleich mit andern Profilen, zur Kreide in verkehrter Lagerung rechnen.

Etwelche Abänderung der Weisswandgesteine trifft man, wenn man von den Hütten zur *Weisswand* den Weg gegen *Frutt* (gegen SE) einschlägt. Man kreuzt dort von oben nach unten fast den ganzen Komplex der fraglichen Juragesteine, die 40° NNW fallen, während der Weg horizontal durchgeht. (Siehe Fig. 1.)

1. Bank aus calcitischer Breccie mit schwarzer Gesteinsmasse.
2. Kalkschiefer, oft ausserordentlich glattflächig, innen hell-graubraun, aussen meist gelblichgrau, mit schwarzen Tonhäuten (Berriasschiefer-ähnlich).

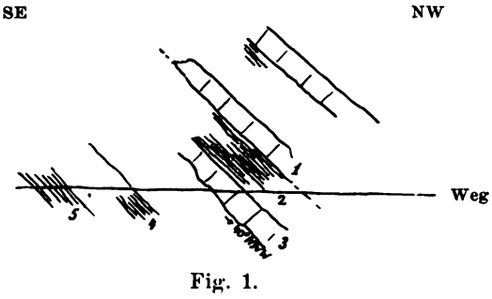


Fig. 1.

3. Bank aus Calcit in hellbräunlichem Gestein (in Resten).
4. Fast dichte, dunkelgraue, knollige Kalkschiefer, weniger an Berrias erinnernd als 2.
5. Graue Mergelkalkschiefer, in Farbe und Bruch ganz ähnlich den Balfriesschiefern.

Hierauf folgen nach einem Unterbruch an dieser Stelle ein zirka 10 m. mächtiger Komplex dünnbankiger, regelmässig geschichteter, dunkelbräunlicher (aussen oft ziemlich heller), etwas kieseliger Kalke (gehören wohl zum Neocom- resp. Valangien-Kieselkalk); dann kalkig-tonige Schiefer mit

viel Calcit, gegen unten mit Einlagen hellerer Kalke, wie sie im obern Neocom auftreten. Es liegt hier offenbar von der Basis des Weisswandkalkes an verkehrte Lagerung vor.

Nach dem Gesagten erscheint es als wahrscheinlich, dass der Weisswandkalk die normale Basis des Berrias sei, denn darüber folgt in normaler Lagerung die Kreide (und darunter ebenfalls Kreide, aber in verkehrter Lagerung). Dass diese Gesteine zum Jura (Tithon) gehören, kann ich nicht beweisen; es liegt aber auch kein Grund vor, sie noch zum Berrias zu rechnen.

Ein analoges Auftreten von Jura findet sich in *Unterwalden*, östlich ob *Wolfenschiessen*, bei *Ober-Rickenbach* im *Spitzistein*. (Er liegt nördlich der Verlängerung der Eocänzone *Muotathal-Sisikon*.) *Mœsch* (1894) beschrieb ihn als fossilführenden Ober-Jura und stellte ihn in den Janitor-Horizont.

In einem ebenfalls von *Mœsch*[1]) stammenden Profil (siehe Fig. 2) aus unserem Gebiet wird Malm angegeben. Es soll zeigen, dass im Gebiet von *Riemenstalden* die Schichten mit Terebratula moravica zwischen Malm und Aptychenschiefer (= Berriasschiefer) fehlen.

„1. Couches à Ammonites tenuilobatus."

„2. Couches à Aptychus, 70 m." (viel zu viel!) (= Berriasschiefer).

„3. Le Diphya-Kalk, 60 m." (Etwas zu viel.) (= Berrias von heutzutage).

„4. Néocomien."

Unter 1 sind offenbar die Weisswandgesteine in ihrer südwestlichen Fortsetzung gemeint.

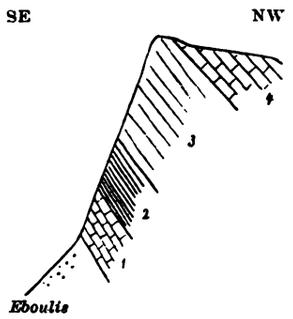


Fig. 2. **Profil von der „Goldplangg auf Riemenstalden".** (Nach Mœsch.)
(Die Schichten sind zu steil gezeichnet; vgl. Taf. I, Fig. 3 und 4 (s).

Später schreibt *Mœsch*[2]) jedoch ausdrücklich, in dieser Gegend komme nirgends Jura vor. Er hatte inzwischen die „Aptychenschiefer" und den "Diphyakalk" als Berrias erkannt, und scheint die Gesteine (nach obigem Profil) mit Amm. tenuilobatus vergessen zu haben, oder sie zum Berrias gezogen zu haben, was aber im Widerspruch mit dem über den *Spitzistein* Gesagten stehen würde.

B. Kreide.

Die verschiedenen Unterabteilungen der Kreide wurden im vorliegenden Gebiete schon längst sozusagen richtig erkannt. Wenn die Einteilung oft mehr

---

[1]) *Hébert*, Bull. Soc. géol. de France, 1874, p. 148 f. Pl. V, fig. 1.

[2]) *Mœsch* (1894), p. 39.

eine petrographische war, so liegt dies in der Natur der Sache, denn im allgemeinen herrscht innerhalb der Kreide des *Frohnalpstockes* grosse Armut an Petrefakten, namentlich an guten Leitfossilien (wie z. B. Cephalopoden). Auch heute ist man noch vielfach gezwungen, petrographische Gesichtspunkte als Einteilungsprinzipien anzunehmen, die innerhalb kleinerer Gebiete und für diese kleine Studie genügend schienen. Herr Dr. *Rollier* hatte die Güte, mir in allen schwierigeren Fällen zu raten, und mich vor Einseitigkeit in der Auffassung neuerer Literatur stets zu warnen.

Ich lehnte mich bei der Aufnahme im Terrain, wie schon bemerkt, vor allem an die Einteilung von *Burckhardt* (1896) (Nordfacies) an.

I. Berriasien.

Allgemeines. — Die älteste Notiz, die sich auf die hierher gehörigen Gesteine bezieht (— sie ziehen sich in einem ziemlich schmalen Band an der Basis des Kieselkalkes von *Morschach* über *Sisikon*, wo sie an den See herabsteigen, durch das *Riemenstaldental* und dessen Verlängerung auf der *Muotathaler*-Seite wieder abwärts und erreichen dort den Talboden; ihre Fortsetzung streicht am Fuss der *Drusbergkette* über den *Pragel* —), findet sich in *Lussers* Publikation von 1829, p. 161, wo man die hellen Kalke als Abänderung seiner Absätze vierter Art f. angeführt findet. — *A. Escher* beobachtete diese hellen, Seewerkalk-ähnlichen Gesteine ebenfalls. In seinen Tagebüchern findet man da und dort die Bezeichnung „Seewerkalk?“, „seewenartig“, besonders in bezug auf Gesteine, die er ob der Kapelle von *Kemleten* (ob *Sisikon*) und am Weg von da nach *Morschach* fand.

Mayer-Eymar (1879 [1]); vgl. auch in *Heim* (1891), p. 50, Anmerkung), *U. Stutz* (1879, 1883) machten einlässlichere stratigraphische Studien. Namentlich der letztere sammelte mit zäher Ausdauer die spärlichen Petrefakten. Den ganzen Komplex rechneten sie aber zum Tithon; sie fassten die durchlochte Terebratula (Pygope) als diphya (und janitor) auf.

C. Mœsch, der schon 1872 (Jura in den Alpen der Ostschweiz) diese Stufe untersucht und sie als Tithon bezeichnet hatte (oben Diphyakalke, unten Aptychenschiefer), korrigierte später seine Auffassung, indem er die gesammelten zahlreichen Fossilien als berriasischen Alters erkannte und überhaupt nachwies, dass die Berriasstufe in den Zentral- und östlichen Schweizer-Alpen weit verbreitet sei (vgl. besonders *Mœsch*, 1894).

---

[1]) Archives des sc. phys. et nat., Genève, 3e période, t. 2, p. 681-682, 1879; und 1887, Kreide- und Tertiärversteinerungen von *Thun*, Beitr., Lfg. 24 II, Beilage, p. XIX.

Später revidierte *A. Tobler* (1895, Eclogæ) die von *Stutz* gesammelten Fossilien und bestätigte, dass hier durchaus diejenige Stufe vorliege, die in den westlichen Alpen als Berriasien beschrieben wurde.

Es kann sich hier nicht darum handeln, die ganze Streitfrage über das Berrias aufzurollen. Die Meinungen über das Alter der als Berrias bezeichneten Stufe gehen immer noch sehr auseinander. Die einen rechnen sie noch zum Jura, andere zum Valangien u. s. w. Dass die Berriasstufe an und für sich nahe Beziehungen zu den obersten Jurastufen besitzt, kann man besonders aus der Abhandlung von *Paquier*[1]) ersehen. In jener Gegend ist das Berriasien durch ganze Reihen von Cephalopoden mit dem Tithon sowohl als auch mit dem Valangien verbunden.

Auf solche Tatsachen gestützt, kann man wohl sagen, dass die Trennungslinie zwischen Jura und Kreide in den Alpen etwas Willkürliches an sich haben muss. Die Erkenntnis der stratigraphischen Stellung ist aber hier im speziellen wichtig, besonders wegen des Vergleiches mit gleichaltrigen Gesteinen der Südfacies, wo sich in diesem Niveau nur Mergel, keine Kalke vorfinden sollen (Balfriesschiefer).

Gesteinsfolge. — Überall, wo Berriasgesteine gut aufgeschlossen sind, lässt sich eine untere, schiefrige und eine obere, kalkige Partie unterscheiden. Von unten:

1. Schiefer mit Aptychen („Aptychenschiefer", *Mœsch*, 1872). Tonschiefer, Mergel, dünnplattige Kalkschiefer mit tonigen Zwischenlagen. Von den unterliegenden jurassischen Gesteinen (im SE des Gebietes) nicht scharf getrennt. Häufig gegen unten dort Einlagerungen von stark verquetschten calcitischen Kalkbänken (vgl. oben p. 6). In der Gegend von *Sisikon* ist der Übergang von dieser zur folgenden Unterabteilung durch einen Komplex von Schichten eingeleitet, in dem Kalklagen (20—25 cm.) und Tonschiefer und Mergel (60 bis 80 cm.) längere Zeit wechsellagern. Zirka 20 m. typisch (bei *Sisikon* bis 50 m.).

2. Kalke mit Pygope diphyoides d'Orb. (Terebratula). Dünngeschichtete, innen hell- bis dunkelgraue, dichte Kalke mit etwas muscheligem Bruch, hell anwitternd (oft mit Stich ins Gelbliche). Häufig mit tonigen Häuten (dabei aber meistens ebenflächig). Zirka 40 m. (bis 60 m., so am *Schwarzstock* und südlich ob *Morschach*).

---

[1]) *V. Paquier*, Recherches géologiques dans le Diois et les Baronnies orientales. Thèse, Grenoble 1900, p. 85 f.

Diese Kalke haben grosse Ähnlichkeit mit Seewerkalk. Unterschiede: Seewerkalk ist uneben, wellig; Berriaskalk meist ebenflächig. (In einzelnen Stücken oft kaum unterscheidbar.)

Diese obere Partie des Berrias ist weder nach unten noch nach oben petrographisch scharf begrenzt.

Für den Vergleich mit den entsprechenden Stufen der Südfacies (*Axenkette* etc.) ist eine Notiz von *Vacek*[1]) sehr wichtig. An der *Canisfluh* im *Vorarlberg* findet sich nämlich an der Grenze zwischen den obern kalkreicheren gegen die untern tonreichen Gesteine stellenweise eine 4—10 m. mächtige Bank eines spätigen, teilweise oolithischen, grauen Kalkes, der eine Menge Trümmer von Organismen führt, besonders häufig eine kleine Auster, ähnlich Ostrea Boussingaulti d'Orb. „Dieser Kalk hat petrographisch die auffallendste Ähnlichkeit mit gewissen Urgonkalken." Derartige Schrattenkalk-ähnliche Bildungen in den ältern Kreideablagerungen sind aber auch in unserer Südfacies (der *Axenkette*, *Glärnisch*) nachgewiesen, treten gegen NE auch im Gebiete der Nordfacies auf (besonders im Säntisgebiet). Man stellt sie gewöhnlich ins Valangien. Ist aber ihr westlichstes Auftreten in der Nordfacies im Berrias (wie im *Vorarlberg* nach *Vacek*), so müsste man sie ins Berrias stellen. Es ist aber wohl möglich, dass zu verschiedenen Zeiten derartige „Urgon-ähnliche Kalke" auftraten, vielleicht sogar in ein und derselben Gegend mehrere. So glaubte ich, mehrere derartige Kalkbänder am *Wasserberg* (südlich *Muotathal*) und am Südhang des *Blümbergs (Axenkette)* gesehen zu haben.

Lokalitäten. — Gut aufgeschlossen findet man die Berriasschichten am Hange nordöstlich ob dem *Katzenzagelpass*, ferner am Weg von der *Goldplank* nach Alp *Wannen* (am sogenannten *Wannentritt*); alles dies im SE unseres Gebietes. Wenigstens die obern Schichten trifft man ob dem Weg, der von *Morschach* über *Tannen* ins *Riemenstaldental* führt. Die Aufschlüsse sind dort zahlreich, aber meist schlecht zugänglich. Der *Dornibach*, nördlich *Sisikon*, gibt seiner Länge nach gründlichen Aufschluss.

Fossilien. — Organische Reste sind im Berrias nicht gerade selten, ordentliche Stücke wollen aber gesucht sein. Schlecht erhaltene Aptychen und Fucoiden trifft man oft, doch gut erhaltene Terebrateln sind selten und erfordern einen geübten Sammler. Die reichste Fundstelle befindet sich am Wannentritt (NE des *Katzenzagelpasses*), gleich unterhalb der Stelle, wo der Weg in die Felsen eingehauen ist. Dort findet man in den lockeren, kleinen Schutt-

---

[1]) *M. Vacek*, Über die Vorarlberger Kreide. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst., Bd. XXIV, Heft 4, 1879, p. 671 f.

halden ordentlich erhaltene Petrefakten. — In den steilen, rutschigen Runsen nordöstlich ob *Sisikon* (zwischen *Tannen* und *Kemleten*) findet man auch hin und wieder etwas Bestimmbares. Das Tobel des *Dornibachs* (südlich des ersten Tunnels nördlich *Sisikon*) wurde von Geologen häufig besucht, ist aber gründlich abgesucht.

Ich fand folgende Fossilien:

Belemnites Minaret Rasp. — *Muotathal*, rechts an der *Muota* unterhalb des Dorfes. — *Wannentritt* (ein Exemplar, das wahrscheinlich hierher gehört). Stutz gibt diese Species als ziemlich häufig an aus den Kalken an der *Axenstrasse* nördlich *Sisikon* (Berriasien, Valangien).

Belemnites (Belemnopsis, Hastites) aff. pistilliformis de Blainv. — Nördlich ob der *Goldplank*. Zwischen *Ried* und dem *Dornibach*.

Aptychus Beyrichi (Opp.) Zittel. — *Wannentritt*, ziemlich häufig. Ganz kleine Exemplare.

A. Didayi Coq. — Am Hang nordwestlich ob dem *Katzenzagelpass* (gegen den *Sissiger-Spitz*) ein gut erhaltenes Exemplar. Schlechtere und zweifelhafte auch von andern Stellen (*Ried*, am *Dornibach*).

A. Seranonis Coq. — Tobel westlich *Kemleten* (ob *Sisikon*).

Pygope diphyoides d'Orb. (Terebratula). — *Wannentritt*, 2 Ex., davon ein gut erhaltenes. *Stutz* fand deren 12 Ex. an dieser Lokalität!

Verschiedene unbestimmbare Reste von Terebrateln von verschiedenen Stellen.

Holectypus sp. — Flachgedrückt, nur die Innenseite des Bodens ist zu sehen. Er dürfte in die Nähe des H. macropygus zu stellen sein. — *Wannentritt*.

Fucoiden. — Nicht gar selten. Ein Exemplar vom *Dornibach* ist sehr ähnlich Chondrites serpentinus Heer.

U. Stutz gibt in seiner „Geologischen Beschreibung der Axenstrasse", N. J., 1883, Beil.-Bd. 2, folgendes Petrefaktenverzeichnis (er hatte die Lokalitäten wiederholt besucht und mit grosser Ausdauer die spärlichen Reste gesammelt):

Nördlich *Sisikon:* Terebratula Bouei, carpathica; Rhynchonella cf. lacunosa, sparsicosta; Aptychus Beyrichi, Didayi; Ammonites senex, Lorioli; Crioceras ähnlich Ancyloceras gracile Zittel (Tithon; Taf. 36, Fig. 3); Belemnites strangulatus; Cidaris alpina. (P. 466—467.)

„Häusern", *„am Acherberge"* (letztere Lokalität ist mir unbekannt), „Felszirkus mit Wasserfall" (wohl ob der Kapelle von *Kemleten*): Terebratula diphya, pseudobisuffarcinata; Belemnites digitalis, strangulatus; Aptychus Didayi; Crinoidenglieder (!); Fucus tithonicus Stutz. (P. 473.)

„Unter (?) der Hütte auf *Goldplangg*“ (diese Stelle ist schwer zu erraten, da die „*Goldplank*“ ein ausgedehntes Alprevier ist und zahlreiche Hütten besitzt): Terebratula carpathica; Aptychus Didayi; Terebratula pseudobisuffarcinata; Belemnites ähnlich breviformis; Fucus. (P. 473.)

Wannentritt: Terebratula diphya, 12 Exemplare! (ist aber diphyoides), carpathica, Bilimeki, Bouei, nov. sp. ähnlich sima Zitt.; Rhynchonella Hoheneggeri; Nucula sp.; Ammonites acanthomphalus; Aptychus Didayi und Beyrichi; Belemnites tithonicus und strangulatus; 2 Fucus ähnlich F. Hechingensis und tithonicus. (P. 474.)

Mœsch (1894) gibt folgende Funde an:

P. 37. Nördlich *Sisikon:* Nulliporites, Art = Fucoides Hechingensis Quenst.; Tænidium convolutum Heer (!); Chondrites serpentinus Heer; Phyllocrinus, wahrscheinlich Malbosi d'Orb.; Cidaris alpina Cott.; Rhynchonella contracta d'Orb.; Terebratula diphyoides d'Orb., Moutoniana d'Orb., tamarindus Sow.; Lytoceras quadrisulcatum d'Orb.; Aptychus exsculptus Schaur.; A. dem Beyrichi Op. nah verwandt; A. Didayi Coq.; Belemnites pistilliformis; Oxyrhina-Zähnchen.

P. 39. „*Goldplangg* auf *Riemenstalden*“: Nulliporites Hechingensis Quenst.; Phyllocrinus cf. Malbosi d'Orb.; Cidaris alpina Cott.; Collyrites berriasiensis de Lor.; Rhynchonella contracta d'Orb., Agassizi d'Orb.; Terebratula diphyoides und Moutoniana d'Orb.; Aptychus cf. exsculptus Schaur., cf. Beyrichi Op., Didayi Coq.; Belemnites cf. semicanaliculatus Münster.

A. Tobler (1895; Eclogæ IV, p. 205; Berrias der Axenstrasse). Eine Revision der von Stutz gesammelten Fossilien ergab:

Phyllocrinus Malbosi d'Orb.; Cidaris alpina Cott.; Collyrites berriasiensis Lor.; Rhynchonella contracta d'Orb., Agassizi d'Orb., Malbosi Pict.; Terebratula diphyoides d'Orb., Moutoniana d'Orb., Euthymi Pict.; Waldheimia hippopus Rœm., tamarindus Sow.; Lytoceras quadrisulcatum d'Orb.; Hoplites callistoides d'Orb., occitanicus Pict., rarefurcatus Pict.; Ancyloceras Studeri Ooster; Aptychus Didayi Coq., Seranonis Coq.; cf. exsculptus Schaur., cf. Beyrichi Opp.; Belemnites latus Bl., dilatatus Bl., cf. semicanaliculatus Bl., cf. pistilliformis Bl. — Oxyrhina: Zähnchen, Schuppen, Gräte.

Diese letzte Tabelle ist jedenfalls für die Zukunft massgebend; sie ist die vollständigste und zuverlässigste.

II. Valangien und Neocomien.

Allgemeines. — Diese Stufen sind in unserem Gesteine sehr mächtig entwickelt; sie bilden den grössten Teil der meist bewaldeten Abhänge rings um den ganzen Berg. Sie sind in der Hauptsache sehr arm an Fos-

silien, so dass ihre Unterabteilungen durch Fossilien nicht nachgewiesen werden können. Die Einteilung geschah deshalb nach petrographischen Gesichtspunkten, wie dies bis jetzt meistens in diesen Stufen geschah.

Im allgemeinen wird der Kieselkalk als Valangien aufgefasst; was darüber liegt, als Neocomien. *Burckhardt*[1]), *Tobler* (1899)[2]) und auch *Vacek*[3]) u. a. sind der Ansicht, dass der Kieselkalk in seiner obersten Partie ins Neocom hineinreiche. Aus diesem Grunde wurden hier diese beiden Stufen zusammengefasst. Die Unterabteilungen des Neocomien und ihre Beziehung zu den von den französischen Geologen aufgestellten Stufen des Hauterivien und Barrémien werden bei der speziellen Besprechung erörtert.

Gesteinsfolge.

1. Kieselkalkige und mergelige Schiefer zwischen Berriaskalk und Kieselkalk, bräunlich anwitternd. Sie sind nur im SE des Gebietes deutlich ausgebildet, wo sie an den Hängen eine Rasenstufe bilden. Zirka 100 m.

In diesen Mergelschiefern vermute ich Exogyra Couloni, denn in einer Originalkarte von *Heim* (1 : 50,000) finden sich solche am *Dornibach*, nördlich ob *Sisikon*, über dem Berrias eingetragen. Auch *Mœsch*[4]) führt diese Schichten an: „Auf das Berrias am *Wannentritt* folgt echter, dunkelgrauer, sandiger Neocomkalk mit Exogyra Couloni und Echinospatagus cordiformis.“ Allerdings ist man im Zweifel, ob er die Exogyra so tief unten gefunden hat. Auch anderwärts wird Exogyra Couloni aus dem Valangien angegeben, so z. B. von *Rothpletz* vom *Glärnisch* (Geotektonisches Problem der Glarneralpen), wo auf dem Berrias 30 m. Mergel liegen, die Austernbänke führen voll Exogyra Couloni und (die obern) Alectryonia rectangularis, überlagert von hellen, Urgon-ähnlichen Kalken. Ich selbst fand in diesen Schiefern im Gebiete keine Fossilien.

Gegen unten und oben existiert keine scharfe Grenze.

2. Kieselkalk, gegen oben auch ein wenig Echinodermenbreccie, die von den meisten Forschern ins untere Neocom (Hauterivien) versetzt wird.

Tobler[5]) charakterisiert den Kieselkalk treffend: „ein schwarzer“ (meist bloss dunkelgrau oder braun-grau), „splitteriger, äusserst regelmässig geschichteter Echinodermenkalk, in welchem die Kieselsubstanz als ein feines, schwammiges Skelett oder auch in Form von sandigen Partikelchen gleich-

---

[1]) *Burckhardt* (1896), p. 53.
[2]) *Tobler* (1899), p. 151.
[3]) *Vacek* (1879 Neocomstudie; 1880 Vorarlberger Kreide).
[4]) *Mœsch* (1894), p. 39.
[5]) *Tobler* (1899), Faciesunterschiede. N. J. 1899, Bd. 2, p. 144.

mässig verteilt ist". (Im Gegensatz zum Kieselkalk der Rophaienkette [Südfacies], der „ein matter, dunkler, sandiger Kalkstein ist, der in grosser Menge schwarze Silexknollen enthält"). 350—450 m.

Der Kieselkalk ist die mächtigste Stufe der Kreideablagerungen nicht nur im vorliegenden Gebiete, auch anderwärts.

An Fossilien sah ich bloss ein paar zweifelhafte Querschnitte von Seeigeln an der *Axenstrasse* (nördlich *Ort*), sonst in dem riesigen, einförmigen Schichtenkomplex gar nichts. So suchte ich längs der Strasse von *Morschach* nach dem *Stoos* in den oft anhaltenden Aufschlüssen vergeblich nach organischen Resten.

Die Mächtigkeit ist im SE etwas grösser als im NW.

3. Grünsandstein; „Cephalopodengrünsand" *Burckhardts*. Ein glauconitischer, dunkler, (wo ich ihn sah) kalkiger, auch mergeliger Sandstein, nur 1—1$^1/_2$ m. mächtig, folgt auch hier auf den Kieselkalk (und die allenfalls vorhandenen wenigen Lagen Echinodermenbreccie). Dies sind jedenfalls, wenigstens zum Teil, diejenigen Schichten, die beim Bau der Gotthardbahn südlich *Brunnen* zahlreiche prächtige Fossilien lieferten, die teils von *Stutz*, teils von *Mœsch* zitiert werden. In der geologischen Sammlung in *Zürich* finden sich etliche schöne Stücke von dieser Lokalität; eine grosse Anzahl findet sich aber auch in *Brunnen*, in den Biergärten der Drossel und des Hôtel Bellevue als Dekoration der Wände schattiger Lauben, vermischt mit Fossilien aus dem Schrattenkalk und ausseralpinen, jurassischen Ammoniten.

Diese Grünsandschichten werden mit den „Altmannschichten" von Escher parallelisiert. Es gelang mir leider nicht, bestimmbare Fossilien in diesen Schichten zu finden. Ich fand sie bloss an zwei Stellen schön entblösst: an der *Stoosstrasse* (wenig unterhalb des *Kurhauses zum Stoos*), dann auch östlich des Überganges zwischen Alp *Wannen* und Alp *Laubgarten*, wo sich ausgelaugte Belemniten in dem stark verwitterten Gesteine vorfanden.

Fossilien, aufgezählt von *Stutz* (1883), N. J., Beil.-Bd. 2, p. 462: Beim Bahnbau wurden zu Tage gefördert aus einem „Komplex von harten, körnigen Kalkbänken von dunkler Farbe . . .", deren „oberste Bank die des Crioceras ist. Sie ist an der Luft braun, bisweilen metallisch angelaufen und verwittert sandig. Sie enthält folgende Petrefakten in grosser Menge (!) [1]: *Nautilus pseudoelegans d'Orb., *requienianus d'Orb., *Crioceras Duvali Lev. (typisch für Haute-

[1]) Die mit * bezeichneten Fossilien finden sich von dieser Lokalität („*Brunnen*") in der Züricher Sammlung.

rivien)[1]), Crioceras nov. sp.; 3—4 Ammonites: Castellanensis (Hoplites) d'Orb.[2]) (Hauterivien inférieur), clypeiformis, Grasanus d'Orb. (Lissoceras), Hauterivien[3]); subfimbriatus d'Orb. (Lytoceras), Hauterivien[4]); Hamites attenuatus (Sow.?) (scheint mir fraglich); 2 Pecten (Goldfussi und ein ähnlicher kleinerer); 1 Terebratula, ähnlich biplicata.“ — Ein Teil der von *Mœsch* (1894, p. 36) angegebenen Neocomfossilien entstammen wohl auch diesen Bänken, so Crioceras Astierianus d'Orb. (Heteroceras, Barrémien supérieur, *Paquier*, loc. cit., p. 151), Crioceras Duvali Lev.

Über die stratigraphische Stellung des Cephalopodengrünsandes im allgemeinen kann ich nichts Bestimmtes sagen; so viel ist aber sicher, dass von den oben zitierten Fossilien weitaus die Mehrzahl als typisch aus dem Hauterivien der Westalpen angegeben werden; vor allem Crioceras Duvali Lev., der nach *Stutz* in der obersten der Cephalopoden führenden Bänke vorkommt. Von den Altmannschichten weiss man aber, dass sie typische Barrême-Formen[5]) enthalten, ebenso der „Cephalopodengrünsand“ Burckhardts. Entweder stammen die Crioceras Duvali und die andern Hauterivien-Formen nicht aus dem „Cephalopodengrünsand“ Burckhardts, sondern aus tiefern Schichten (was aber nach der Schilderung von Stutz nicht wahrscheinlich ist), oder die Altmannschichten mit Barrême-Fossilien entsprechen den glauconitischen Schichten des Neocoms bei Brunnen nicht, die eher dem Hauterivien angehören. Schliesslich wäre auch an eine Mischung der verschiedenen Fossilien zu denken, die aber zuerst nachgewiesen werden müsste, bevor man Schlüsse daraus ziehen darf; alles unter der Voraussetzung, dass die Bestimmungen richtig sind.

4. Oberes Neocomien, „Drusbergschichten“ *Escher*, „Spatangenkalk“ *Studer*.

Mergelige, oft etwas sandige, graue bis bräunlich-graue Kalke in Bänken von 1—3 m. Mächtigkeit, wechsellagernd mit grauen und schwärzlichen, sandigen Mergeln.

Mächtigkeit: im NW (bei *Brunnen*, NW und W Abhang des *Frohnalpstocks*) 150 m., im SE dagegen nur etwa 50 m. Auch an der *Stoosstrasse*, unterhalb des Kurhauses Stoos, erweist sich diese Stufe nur wenig (ca. 50 m.) mächtig.

---

[1]) Vgl. *Kilian*, Descr. géol. de la *Montagne de Lure* (1888), p. 213; *V. Paquier*, Rech. géol. dans le *Diois* etc. (1900), pp. 122, 125, 143.

[2]) *Paquier*, loc. cit., p. 122.

[3]) *Paquier*, loc. cit., p. 116.

[4]) *Paquier*, loc. cit., p. 115.

[5]) In den Westalpen wird schon seit langer Zeit das Neocom (im engern Sinne) in zwei selbständige Stufen geschieden: unten das Hauterivien, oben das Barrémien.

An Fossilien führen diese Schichten nur wenig Nennenswertes, soweit wenigstens meine Funde massgebend sein können. Es sind dies schlecht erhaltene Toxaster, Panopæen (Glycimeris), Wurm- oder Muschelgänge u. ä. Schon *Stutz*[1]), *Mayer* und andere fanden südlich des ersten Strassentunnels südlich *Brunnen* Toxaster Ricordeanus, Belemnites pistilliformis, Rhynchonella depressa. In der Runse südlich der Schichtbiegung an der *Axenstrasse,* von *Brunnen* halbwegs gegen *Sisikon,* fand *Stutz*[2]) Toxaster Ricordeanus, Pygaulus Desmoulini; auch *Escher* sammelte schon Seeigel aus dieser Schicht, und zwar „auf dem Grätli zwischen *Laubgarten* und *Wannen*" (Spatangus retusus [= Tox. complanatus], Spat. cylindricus und verschiedene Korallen)[3]).

An der nahen *Drusbergkette* sind diese Schichten gut entwickelt und enthalten auch, wie die gründlichen Untersuchungen *Escher*s zeigten, viele Seeigel[4]).

Leider bieten diese Seeigel nur geringe Hülfe zur stratigraphischen Feststellung des Alters dieser Schichten, viel geringere, als man früher glaubte. Doch fand *Burckhardt*[5]) Crioceras hammatoptychum Uhlig und Phylloceras infundibulum d'Orb., die dem Barrémien angehören. Nach der Anschauung *Kilians*[6]), *Paquiers*[7]) und auch *Toblers*[8]) werden diese Schichten ohne weiteres sicher zum Barrémien (inférieur) gerechnet, zusammen mit dem untern Schrattenkalk (Urgon = Barrémien supérieur).

5. „Coulonischichten" *Burckhardt* u. a.

Petrographisch sind diese Schichten ganz unselbständig. Die oberen Schichten der vorigen Abteilung gehen in die unteren der folgenden über; ungefähr an der Grenze findet man die für vorliegende Schicht charakteristischen Fossilien. Ich sah diese Schicht nur an einer Stelle, nämlich an der Axenstrasse zwischen *Brunnen* und *Sisikon,* wenig nördlich der Umbiegung der Schichten (wo der Name *Ölberg* auf der Karte 1 : 25,000 steht). Dort fanden Herr Dr. *J. J. Pannekoek* und ich:

Exogyra sinuata Sow. (Gryphæa); Sowerby, Min. Conch., Bd. IV, p. 43, Taf. 336 (Det. Dr. *Rollier*). Die typische Exogyra Couloni d'Orb. fanden wir nicht, stets nur diese flache Form, die sehr der Exogyra aquila Brongn. ähnlich sieht.

---

[1]) *Stutz* (1883), N. J., Beil.-Bd. 2, p. 461.
[2]) *Stutz*, loc. cit., p. 466.
[3]) *Escher, A.*, Tagebücher, IX, 98.
[4]) *Escher, A.* (1868), p. 61.
[5]) *Burckhardt* (1896), p. 58.
[6]) *Kilian (Sisteron)*, Bull. Soc. géol. de France, 1895, p. 746, 786.
[7]) *Paquier* (*Diois*, etc.), 1900, Diagramme 1.
[8]) *Tobler* (1899), p. 146, 151.

Es fragt sich nun, ob nicht etwa an andern Orten auch E. sinuata und nicht Couloni in dieser Schicht vorkommt, so dass man eher den Namen „Sinuataschicht“ brauchen sollte.

Rhynchonella cf. Gibbsiana Sow. In grosser Anzahl. Sie ist etwas grösser und besitzt etwas gröbere Rippen als die Rh. Gibbsiana Sow. des Aptiens (resp. Rhodaniens), wie man sie südlich *Sisikon* (nach dem ersten Tunnel) in Menge sammeln kann[1]).

Toxaster Collegnii Sism.

Myopsis neocomiensis Leymer.? (Pholadomya).

Ein unbestimmbarer Ammonit und eine Bryozoe; wurstförmige Tiergänge häufig.

In dieser Schicht finden sich auch Orbitolinen, die *Stutz* schon beobachtete. Auch *Escher* kannte solche aus diesem Niveau[2]). Eine weitere Fundstelle ist am Südfuss des *Plankstocks*, die *Escher* ebenfalls bekannt war[3]). Es scheint, dass dies nicht Orbitulina lenticularis, sondern eher eine andere nahverwandte Art sei.

Stutz[4]) zitiert wohl von der gleichen Lokalität an der *Axenstrasse* („unter der Fluh im obern Neocom“): Ostrea macroptera, Couloni; Corbis corrugata, Toxaster Ricordeanus; Orbitulites (sollte heissen Orbitulina) lenticularis; eine Bryozoe; Rhynchonella Gibbsiana in grosser Zahl; Pygaulus Desmoulini, 3 Serpula (tetragona, antiquata und sehr selten Pilatana); Ammonites neocomiensis (?). (Vielleicht stammt ein Teil der Fossilien aus etwas tieferem Niveau.)

Serpula Pilatana Mayer wurde bei *Brunnen* gefunden (*Stutz*[5]) (gegenüber dem Grütli etc.); sie ist charakteristisch für die tiefsten Schichten des Schrattenkalkes, beim Übergang ins obere Neocom. Ich fand eine Schicht voll Serp. Pilatana am Waldsträsschen von *Brunnen* nach *Axenstein*, dort, wo man sehr nahe an die Fluh heraustritt. Man ist daher genötigt, entschieden anzunehmen, dass dort die ganze Felswand (die sich vom ersten Strassentunnel an schräg aufwärts zieht, sowie auch der Strassentunnel selbst) aus oberem Neocom besteht, nicht aus Schrattenkalk.

Die Fossilien der Coulonischicht (resp. Sinuataschicht) der *Axenstrasse*, zwischen *Brunnen* und *Sisikon*, sind zum Teil auch noch im Aptien vorhanden

---

[1]) Vgl. *Kaufmann*, *Pilatus* (1867), p. 140—141.

[2]) Vgl. *Kaufmann* (1874), p. 32.

[3]) *A. Escher*, Tagebücher, IX, 98.

[4]) *Stutz* (1883), N. J., Beil.-Bd. 2, p. 465.

[5]) *Stutz* (1883), p. 460, und *Mœsch* (1894), p. 36. Durch neue Sprengarbeiten am Eingang zum Grand Hôtel wiederum gut aufgeschlossen.

(oder besser Rhodanien), wie denn auch petrographisch diese Schicht der Orbitolinabank sehr ähnlich sieht. Nach *Paquier*[1]) wird auch in den westlichen Alpen Urgon (Schrattenkalk)-Bildung durch eine Schicht mit Orbitolinen und „débris d'organismes" eingeleitet[2]); dies soll aber, wie Paquier anderswo dargetan hat[3]), eine andere Spezies (Orbitolina conoidea Gras.) sein als in der „Orbitolinaschicht" des Rhodans.

Jedenfalls bildet diese Schicht nur ein fossilreicheres Schlussglied des obern Neocoms (Spatangenkalk) und gehört nach französischen Autoren auch ins Barrémien.

III. Urgonien und Aptien.

Allgemeines. — Die in diesen Stufen auftretenden, hell anwitternden Kalke werden allgemein als Schrattenkalk bezeichnet. Sie bilden fast überall mehr oder weniger mächtige, helle Felswände, die schon aus grosser Entfernung auffallen; so auch am *Frohnalpstock,* wo sie eine um den ganzen Berg herum verfolgbare Wand bilden (nur im SE setzen sie auffallenderweise aus), ferner gleich südöstlich *Brunnen* die Wand *(Wasifluh)* unterhalb der Terrasse von *Morschach.* Wo diese Kalke in mehr oder weniger kahlen Schichtflächen zu Tage treten, sind sie meistens von Karrenbildungen durchfurcht (so bei *Axenstein,* ferner am SE-Abhang des *Frohnalpstockgipfels* gegen das *Frohnthal*).

Wenn die Ausbildung dieser Stufen vollständig ist, kann man unterscheiden: Untern Schrattenkalk, darauf die Orbitolinabank, obern Schrattenkalk und darauf obere Schichten mit Orbitolinen (im *Frohnalpstock*-gebiet konnte ich sie nicht bestimmt nachweisen). Daran schliessen sich die „Gibbsischichten" *Burckhardts.* Nach *Renevier* u. a. ist der untere Schrattenkalk als Urgonien, die Orbitolinaschichten und der obere Schrattenkalk als Rhodanien (auch Aptien inférieur) aufzufassen. Der Name Urg-Aptien für alles zusammen wurde auch schon aufgestellt. In den Westalpen wurde der Name Urgonien fallen gelassen, da dort festgestellt wurde, dass der untere Schrattenkalk eine facielle Abänderung des Barrémien supérieur ist; der obere Schrattenkalk (das Rhodanien) wird dort mit dem Aptien inférieur parallelisiert[4]). Die „Gibbsischichten" entsprechen dem

---

[1]) *Paquier* (Diois etc.), 1900, Diagramm.

[2]) Die Kopie des Schemas von *Paquier* in *Kaysers* Lehrb. d. Formationskunde (2. Aufl., 1902), p. 418, ist ungenau, denn was dort als Orbitolinenschichten bezeichnet wird, sind nur zum Teil solche und in der Hauptsache (nach *Paquier*) Schichten mit „Débris d'organismes".

[3]) Vgl. *Douvillé,* in Bull. Soc. géol. de France (1900), p. 225—226, Anmerkung 4.

[4]) Diese neue Einteilung wurde in *Kaysers* Lehrb. d. Formationskunde (1902) auch aufgenommen; ebenso gebrauchte sie *Tobler* (1899).

Aptien, das *Renevier*[1]), *Kaufmann*[2]), *Mœsch*[3]) von der Wannenalp zitieren (bald als Aptien supérieur bezeichnet, bald als Aptien proprement dit im Gegensatz zum Aptien inférieur, das den selbständigen Namen Rhodanien trägt). Die darüber folgende, mächtige Echinodermenbreccie gehört wahrscheinlich auch noch zum grössten Teil ins Aptien, ich habe sie aber nach dem Vorgange *Bnrckhardts* zum untern Albien gestellt; weder die eine noch die andere Auffassung kann ich beweisen.

Gesteinsfolge. — Von unten an (vgl. Fig. 13):

A. Normale Ausbildung *(Brunnen).*

1. Heller Kalk, innen bräunlich-grau bis grau, spätig bis fast dicht; stets mit etwas splittrigem und schuppigem Bruch. Darin, besonders unten, oft Mergellagen. Requienien und andere Fossilien spärlich. = Unterer Schrattenkalk. Zirka 100 m.

2. Mergel und mergelige Kalke mit Orbitolina lenticularis. 1,5 m. Nicht überall.

3. Hell anwitternder, bräunlicher, spätiger, massiger Kalk mit zahllosen Requienien und andern Fossilien. = Oberer Schrattenkalk. 40—50 m. (*Brunnen,* Abhang gegen *Morschach*).

(Obere Orbitulinaschichten sah ich keine; Aptien mit Rhynchonella Gibbsiana Sow. an einer Stelle südlich *Morschach,* zirka 1 m. mächtige Kalke; vgl. p. 21.)

Bei *Brunnen* fand man bei Hausbauten etc. nach *Stutz*[4]), *Mœsch*[5]) und nach der Zürcherischen geologischen Sammlung: Requienia ammonia Goldf.; Janira Deshaysiana d'Orb.; Nerinea Renauxiana d'Orb., pseudorenauxiana Mœsch; Harpagodes pelagi Brgn. (Pteroceras); „Strombus Prestensis sp. nov." (in der Sammlung; von Mœsch oder Mayer-Eymar); Terebratula biplicata Sow. (in Mœsch), Echinospatagus Collegnii Sism. — In der Orbitolinabank herrscht Orbitolina lenticularis Lam. vor. — In den untern Kalken fand man Nerinea Renauxiana d'Orb., pseudorenauxiana Mœsch; Cryptoceras Sanctæ Crucis Pict., Pterocera(s) (Harpagodes) pelagi Brgn. — Darunter folgt die Schicht mit Serpula Pilatana Mayer.

[1]) *Renevier,* Observ. géol. sur les Alpes centrales. Bull. Soc. vaud. sc. nat. 1868. Bd. X, p. 43.

[2]) *Kaufmann* (1874), p. 40—43.

[3]) *Mœsch* (1881), p. 268—269.

[4]) *Stutz,* 1883, N. J., Beil.-Bd. 2, p. 460.

[5]) *Mœsch,* 1894, p. 35. Dort ist auch ein detailliertes Profil zu finden für den Schrattenkalk bei *Brunnen.*

B. Ausbildung am Frohnalpstock-Stoos-Illgau, Plankstock, Muotathal-Drusbergkette. Von unten:

1. Heller Kalk, obigem 1 entsprechend. = Unterer Schrattenkalk. Eingelagerte Mergelbänke kommen vor, führen aber keine Orbitolinen. 60—120 m. (Am *Plankstock* bloss zirka 60 m., soweit ich beobachten konnte.)

2. Sandige, rauhe Mergel; dünnschichtige, bräunlich-grau anwitternde, ziemlich zähe Mergelkalke; feinspätige, hellgraue Kalke; ineinander übergehend. Hie und da Orbitolinen. 30—50 m.

Die Schicht mit Rhynchonella Gibbsiana und zahllosen andern Petrefaktentrümmern trifft man am *Frohnalpstock* (gegen *Stoos*) ziemlich oft. Jedoch gelingt es kaum, die Fossilien gut herauszubekommen.

Gleich über dieser Schicht liegt NE *Bärentros,* an 2 Stellen aufgeschlossen, ein Glauconitsand ohne Fossilien, über dem der grau-braune Echinodermenkalk folgt, den ich zum untern Gault rechne. Oft scheint jedoch diese Sandschicht zu fehlen, und dann hält es schwer, Aptien und Echinodermenbreccie zu trennen.

In diesem Gebiet findet man nur selten Requienien *(Stoos);* am *Frohnalpstock* (strichweise ziemlich häufig); ganz vereinzelte findet man am Strässchen aus dem *Muotathal* nördlich nach *Illgau* hinauf; am *Plankstock* und *Hauserstock* sah ich kein Stück. Es scheint, dass in dieser Gegend (B) kein oberer Schrattenkalk, der bei *Brunnen* und sonst weit herum voll Petrefakten ist, abgelagert wurde; die Orbitolinenschichten und die mehr mergligen Äquivalente des obern Schrattenkalks sind untrennbar und entsprechen wohl dem Rhodanien *(Renevier).* Schon *A. Escher*[1]) wusste, dass über den Orbitolinaschichten der *Drusbergkette* kein Requienienkalk mehr abgelagert wurde. Aus späterer Zeit fand ich in der Literatur nichts mehr über diesen Punkt.

Aptien (supérieur). In betreff dieser Stufe, die bei *Wannen* fossilführend entwickelt ist, und die nach den Funden von *Pannekoek* beim *Seelisbergerseeli* Cephalopoden enthält (nach der Bestimmung durch Dr. *Rollier*), mag folgendes Profil von Interesse sein. Am Strässchen, das aus dem *Muotathal* nördlich hinauf nach *Illgau* führt, fand ich, von unten:

1. Schrattenkalk, typisch; nicht sehr mächtig (zirka 80 m.), oben feinspätig.

2. Grüner Sandstein und Mergel; zäh, mit schwarzen Phosphoritknollen; Petrefakten: Rhynchonella cf. Gibbsiana Sow. und andere, unkenntliche Stücke.

3. Grünsandige Mergel. 2 und 3 zusammen 1 m.

---

[1]) *A. Escher,* 1868 (Verh. d. Schw. naturf. Ges.), p. 61.

4. Echinodermenbreccie, grauer, spätiger Kalk (mit sandigen, grünlichen Einlagen). 30 m.

Zum Vergleich sei noch eine Schichtfolge bei *Morschach* (am Strässchen südlich *St. Franziskus*) angegeben. Von N gegen S:

1. Schrattenkalk mit Requienien.

2. Spätiger Kalk mit Serpulen, Rhynchonella cf. Gibbsiana Sow., Terebrateln, ganz erfüllt, meist nur in Bruchstücken erhalten und wenig herausgewittert.

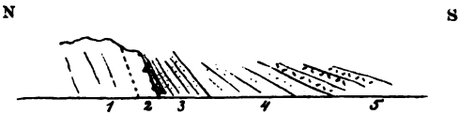


Fig. 3. **Am Strässchen südlich St. Franziskus bei Morschach.**

Auffallend unregelmässige Oberfläche der Kalke gegen die folgende Schicht!

3. Grünlicher, glauconitischer, sandiger Mergel; hier braun verwittert.

4. Grünsandstein.

5. Echinodermenbreccie.

C. Reduzierte Ausbildung im SE des Gebietes, zwischen Klingenstock und Plankstock (vgl. Fig. 13, und Taf. I, Fig. 2, 3 und 6).

Heller Kalk, innen grau, oft etwas sandig; eingelagerte Mergelschichten. Im Aussehen eng an die obern Neocomschichten sich anschliessend, von denen überhaupt kein wesentlicher Unterschied vorhanden ist. 30—20 m. bis ganz fehlend. Keine Spur von Fossilien.

Diese Reduktion der Mächtigkeit des Schrattenkalkes ist höchst auffallend. Schon *Escher*[1]) hat sie notiert, indem er die westliche Fortsetzung des Schrattenkalks am *Plankstock* rätselhaft fand. *Heim*[2]) spricht sich genauer über diese Frage aus, indem er hier Veränderungen in den Ablagerungsbedingungen als Ursache der Reduktion annahm. Auch bemerkte er, dass das Verschwinden des Schrattenkalkes allmählich vor sich geht.

Am Südhang des *Klingenstockes* und in der Alp *Laubgarten* ist der Schrattenkalk noch zirka 25 m. mächtig, an der Stelle aber, wo er den Grat passieren sollte (vgl. Taf. I, Fig. 6), setzt er gänzlich aus, und mit ihm fehlen auch Gault und Seewerkalk, so dass sich die ohnehin schon ähnlichen Neocomgesteine und die später zu erörternden Wangschiefer berühren. Die Trennungslinie kann im Detail dort nur schwer gefunden werden, dagegen sieht man sie leicht aus der Ferne.

---

[1]) *A. Escher*, Tagebücher, IX, 98.

[2]) *Heim* (1891), p. 31.

Näheren Aufschluss gewährt eine Stelle am Nordgrat des *Sissigerspitzes* (vgl. Fig. 4). Dort ist der Schrattenkalk noch in ein paar Bänken vertreten (die von mergeligen und dunkeln, rauhen Kalkschiefern getrennt sind, die ganz aussehen wie Wangschiefer). Gegen Süden keilen sie sich aus, die oberste zuerst, nachher auch die unteren, und am Grate oben (der Alp *Laubgarten* von Alp *Tröligen* trennt) ist nur noch eine etwa 2 m. mächtige, helle Kalkbank vorhanden, die Schrattenkalk sein kann, ebensogut auch oberstes Neocom. An Stelle der Kalkbänke treten, mit plötzlichem Wechsel im Gestein, Wangschiefer; gegen die Kalkbänke sieht man eine ziemlich scharfe Trennungslinie, nicht aber gegen die zwischen den Kalkbänken liegenden Mergel und Schiefer, die wie gesagt ganz wie Wangschiefer aussehen. Gault fand ich an dieser Stelle nur an einem Punkte in einer Spur (braune Echinodermenbreccie), Seewergesteine fehlen gänzlich.

1. Wangschiefer mit Clivage.
2. Spur von Gault, etwas weiter nördl.
3. Schrattenkalk.
4. Mergel- und Kalkschiefer.
5. Schrattenkalk.
6. Mergel- und Kalkschiefer.
7. Kalkbank, etwas dunkler.
8. Dünngeschichtete, schwarze Schiefer, wie Wangschiefer, mit Kalkeinlagen.
9. Kalkbank, südlich bis auf den Grat des Sissigerspitzes reichend.

Fig. 4. **Am Nordgrat des Sissigerspitzes, gegen Alp Laubgarten.**

(Vgl. Taf. I, Fig. 3.)

Aus der allmählichen Reduktion des Schrattenkalks (zusammen mit Gault und Seewerkalk) kann man entschieden auf eine ursprünglich schwache Ausbildung der Kalke schliessen. Wangschiefer-ähnliche Bildungen wechseln mit diesen Kalkbänken ab. Dass aber etwelche Abtragung stattfand, und zwar im Süden mehr als im Norden, kann man daraus ersehen, dass die

Grenze gegen die Wangschiefer die an sich schon schwach ausgebildeten Kalkbänke schief abschneidet (siehe Fig. 4).

Ganz auffallend ähnliche Verhältnisse schildert *Vacek*[1]). Im „obern Mergelhorizont" *Vaceks* treten von SE nach NW mit zunehmender Mächtigkeit Kalk des untern Urgons, Requienienkalk und darauf die Breccie (= Echinodermenbreccie) auf. Auch dort fehlt im SE der Seewerkalk, während die Seewerschiefer und die Wangschiefer im SE mächtiger seien (in unserer Gegend trifft dies nur für letztere zu).

In *Unterwalden* (im *Melchthal* etc.) ist der Schrattenkalk, ebenso Gault und Seewerkalk sehr dünn, gegenüber einem mächtigen Neocom und Valangien (sogenannte Melchthalfacies)[2]). Wahrscheinlich ist auch dort der Schrattenkalk ursprünglich dünn ausgebildet; von einer Abtragung vor Ablagerung des Gaultes, die auch denkbar wäre, ist in der Literatur nichts berichtet.

NB. Der Schrattenkalk, der in der Nachbarschaft der Eocänzone *Sisikon-Muotathal* auftritt, ist reich an Requienien, besonders in seiner obern Partie, sowohl südlich, als auch in etwas geringerem Masse nördlich des Eocänstreifens.

IV. Gault.

Allgemeines. — Das, was von den meisten ostschweizerischen Geologen als Gault bezeichnet wurde, umfasst das Albien und das unterste Cenoman (Vraconnien *Renevier*; von *Burckhardt* angenommen). Die Trennungslinie zwischen oberer und unterer Kreide (wie sie noch vielfach angenommen wird) würde demnach unsern Gault zerteilen. Die petrographische Übereinstimmung der beiden Teile, die einen in tektonischen Fragen praktischen, zusammenfassenden Namen verlangt, bewog mich, nach dem Vorgange von *Heim*, diesen Namen beizubehalten.

Nach *Heim* und *Burckhardt* rechne ich die Echinodermenbreccie vorläufig zum untern Albien (also noch zum Gault), obwohl ich, wie früher schon bemerkt wurde, vermute, dass sie eher ins Aptien zu stellen wäre.

Gesteinsfolge. — Von unten:

1. Echinodermenbreccie und dunkler, spätiger Kalk; rost-braun anwitternd. Enthält oft viele Petrefaktentrümmer, Quarzkörner, Glauconitkörner. (Grünlich-graue, sandige Mergel und Sandsteine treten besonders an der Basis und zuoberst auf, hie und da aber auch im Innern.) Mächtigkeit: *Morschach-Frohnalpstock; Plankstock; Illgau:* 25—50 m. Vom *Hauserstock* gegen Osten

[1]) *Vacek* (1879), p. 701 (Jahrb. d. k. k. Reichsanst.).

[2]) Vgl. *Tobler* (1899), N. J., Bd. 2, p. 146/147.

successive abnehmend, südlich der *Alp Tröligen* (im SE des Gebietes) fehlend.

2. Grünsandige Mergel (oft auch kalkig, zäh). Enthalten in Masse Petrefakten des Albien (Phosphoritknollen). = „Concentricus-Schiefer" *Burckhardt* (nach Inoceramus concentricus Park.). Zirka 60 cm. Fehlen nur im SE des Gebietes zwischen *Hengst* und *Plankstock*.

3. Ellipsoidischer, grünsandiger Kalk (in kieselig-sandiger, grüner, zäher Grundmasse finden sich, oft dicht gedrängt, ellipsoidische Linsen von Kalk, zirka 20 cm. lang, zirka 10 cm. dick). Gegen oben meist allmählicher Übergang in Seewerkalk. Mächtigkeit: variabel. Maximum in der Gegend von *Morschach:* zirka 15 m.; *Ingenbohl:* zirka 10 m.; *Frohnalpstock:* 2 m.; *Stoosbachtobel:* 5 (—1) m.; *Plankstock:* 4 m. Fehlt im SE des Gebietes, ebenso im östlichen Illgau.

(4. Schicht mit Turrilites Bergeri, im Gebiete nicht selbständig auftretend. Von mir nicht aufgefunden worden.)

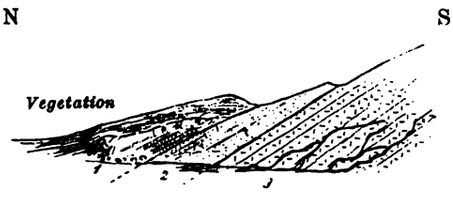


Fig. 5.

Spezialprofile:

a) Südlich *Ingenbohl:*

(Seewerkalk bei *Unter-Schönbuch.*)

1. Grünsande und Mergel voll Petrefakten (Concentricus-Schiefer).
2. Kalkiger, zäher Sandstein, oben mit viel, unten mit wenig Glauconit, 6 m.
3. Grauer, spätiger Echinodermenkalk, 15 m. entblösst.

b) Bei *Brunnen* (an der *Olympstrasse*):

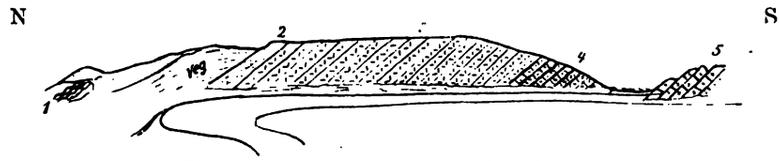


Fig. 6. **An der Olympstrasse bei Brunnen.**

1. Ellipsoidischer Grünsandkalk, zirka 10 m. (Concentricus-Schicht mit Vegetation bedeckt.)
2. Grünsandstein, 1,5 m.
3. Braune Echinodermenbreccie, zirk 15 m.
4. Dunkle Echinodermenbreccie und Spatkalk mit schwarzen Schiefereinlagen. Unterbruch.
5. Schrattenkalk voll Requienien.

c) Morschach. Am Strässchen südlich gegen die *Schilte* durchquert man den Gault zweimal, erst normal, dann verkehrt und reduziert an Mächtigkeit (auf etwa $^1/_2$). Von N gegen S:

Schrattenkalk mit Requienien.
Schicht mit Rhynchonella Gibbsiana Sow., 1—2 m.
Brauner (ursprünglich grüner), sandiger Mergel, 1 m.

Grünsandstein, ohne scharfe Abgrenzung, zirka 2 m.
Echinodermenbreccie.
Unterbruch durch Vegetation.
Seewerkalk (4 m. zu sehen).
Grauer Mergel, 1 m.! Sonst nirgends beobachtet!
Ellipsoidischer Grünsandkalk und kieseliger Kalk.
Knolliger, violett-grauer, grünsandiger Kalk.
Knollige Petrefaktenschicht (Concentricus-Sch.).
} Fallen: 60° S 30° E, 10 m.
Mergelige Sandsteinbank mit wenigen Petrefakten, 1 m.
(Die Mergel stark gequetscht. Auch leerer Sandstein.)
Echinodermenbreccie, zirka 15 m. (reduziert!) 70° SE fallend.
Mergelige Schicht (1 m. zu sehen).
Vegetation, Erraticum.
Schrattenkalk mit Requienien.

d) Gipfel des *Frohnalpstockes* (zwischen Wirtshaus und Fahnenstange):

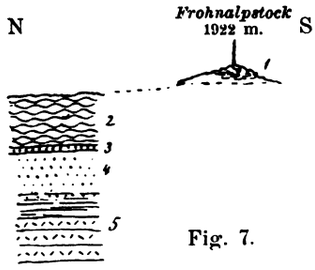


Fig. 7.

1. Seewerkalk, in Trümmern aufgehäuft. Inoceramenreste.
2. Ellipsoidischer Grünsandkalk. In Schichten von zirka 15—20 cm. 1,5 m. entblösst (im ganzen zirka 2 m.).
3. Grünsande und Grünsandkalk voll Petrefakten. Concentricus-Schicht. 50 cm.
4. Grünsandstein mit Belemniten und Spuren von Pflanzen (schwarze Tonschieferstreifen), zirka 1 m.
5. Braun anwitternde Echinodermenbreccie, gegen oben noch mit Glauconit, zirka 30 cm.

(Zwischen 4 und 5 liegen wahrscheinlich Mergel, die ich aber nicht entblösst sah.)

Zirka 5 m. tiefer liegt eine Schicht voll Rhynchonellen, kleinen Muscheln, Austern etc., im Aussehen ganz ähnlich dem Aptien.

e) Tobel des *Stoosbaches,* unterhalb *Blümlisegg:*

1. Seewerschiefer (40 m.), 25° E 20° S fallend.
2. Seewerkalk, nur 5 m. typisch.
3. Ellipsoidischer Grünsandkalk, 5 m.
4. Knollige Schicht voll Petrefakten, 20 cm. (Concentricus-Sch.)
5. Dichter, zäher Sandstein (dunkel), 80 cm.—1 m.
6. Schwarze (nasse!) Mergel mit Kalkeinlagen, 1 m.
7. Echinodermenbreccie und dunkelgrauer, spätiger Kalk, zirka 20 m. (höchstens).
8. Feinspätiger, dunkelgrauer bis hellbräunlicher Kalk, 10 m.
9. Heller, bräunlicher, ziemlich grober Schrattenkalk (von 8 oft scharf abgegrenzt!).

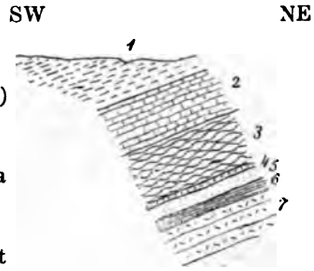


Fig. 8.

f) Plankstock. Auf den Schrattenkalk folgen:

Schiefrige, mergelige Kalke, zirka 30 m.
Grünsandige, braune Mergel, 4—5 m.
} ohne deutliche Grenze.
Echinodermenbreccie, 50 cm. (Concentricus-Sch. nicht zugänglich.)
Ellipsoidischer Grünsandkalk, zirka 4 m.
Seewerkalk etc.

Vgl. Profile durch das Aptien und den Gault der *Wannenalp* (oberes *Sihltal*), *Kaufmann* (1874), p. 45, 46; *Mœsch* (1881), p. 268—269; *Renevier* (1868), p. 42—43.

Fossilien. — Die Schicht des Inoceramus concentricus Park., Acanthoceras mamillare Schloth. (monile Sow.) = Albien, ist bekanntlich sehr reich an Fossilien. Was ich hier aufzählen kann, ist nur wenig gegenüber der Menge Petrefakten, die auf der *Wannenalp* (im Quellgebiet der *Sihl*) gesammelt wurden. *Stutz* und *Mœsch* geben viele Funde aus dem *Frohnalpstockgebiet*, sie geben aber nicht an, aus welcher Schicht die Fossilien stammen. In der Concentricus-Schicht kommen noch keine Turriliten vor, wohl aber im darauffolgenden ellipsoidischen Grünsandstein (von *Burckhardt* dem Vraconnien *Reneviers* gleichgestellt). Die Tabellen von *Kaufmann*, *Stutz* und *Mœsch* enthalten die Fossilfunde des ganzen Gaults gemischt.

Ich sammelte folgende Albienfossilien hauptsächlich südlich *Ingenbohl* (I.) bei *Brunnen* und auf dem Gipfel des *Frohnalpstocks* (F.).

Nautilus Bouchardianus d'Orb. — I.
Desmoceras latidorsatum Mich. — F., I., *Stoosbach (Bergli).*
— Parandieri d'Orb. — I.
Puzozia Mayoriana d'Orb. — F.
Phylloceras Velledæ d'Orb. — *Bergli (Stoosbach).*
Hoplites Deluci Brongn. — *Bergli (Stoosbach).*
— interruptus Brug. — I.
Acanthoceras mamillare Schloth. (monile Sow.). — I.
— Milletianum d'Orb. — I.
Ancyloceras Blancheti Pict. et Camp. — F.
Crioceras Astierianus d'Orb. — F.
Hamites attenuatus Sow. — I.
— cf. nodosus oder tuberculatus Sow. — I.
Inoceramus concentricus Park. — I., F., *Stoosbachtobel, Morschach* etc.
— Salomoni Pict. et Roux. — I., F.
Nucula sp.? — I.
Ostrea arduennensis d'Orb. — I., F.
Solarium moniliferum Mich. — I.
— Rochatianum Pict. et Roux. — I.
— sp. — F. (ähnlich Pleurotomaria Rhodani Pict. et Roux.).
Pleurotomaria cf. Saussureana Pict. et Roux. — F., *Stoosbach.*
— regina Pict. et Roux. — F.
Cerithium ornatissimum Desh. — I.
Aporrhais (Rostellaria) Orbignyana Pict. et Roux. — F.
— obtusa Pict. et Camp. — I.
Dentalium Rhodani Pict. et Roux. — I., F.

Aus dem kalkknolligen Grünsand:
Belemniten, bei *Bergli (Stoosbach)*, F. Turriliten v. *Stutz* (1883) zitiert.

Auch der Gault nimmt gegen SE an Mächtigkeit ab und verschwindet in der Gegend des *Sissigerspitzes* und *Hengstes* gänzlich.

Westlich des *Plankstocks*, am Bach, der südlich von der Alp *Laubgarten* herabkommt, fand ich folgende Verhältnisse (Fig. 9). Von oben:

1. Wangschiefer, zirka 250 m.
2. Echinodermenbreccie des Gault, 30 cm. (?)
3. Schwärzlicher Kalk- und Mergelschiefer, ganz ähnlich den Wangschiefern, 30 cm.
4. Etwas Schiefer, ähnlich Seewerschiefer, Maximum 20 cm., meist 0.
5. Ein Stückchen Seewerkalk, an einer Stelle 15 cm., sonst 0.
6. Echinodermenbreccie des Gault, 10—20—40 cm.
7. Mergeliger Kalkschiefer, 10—30 cm.
8. Oberster, feinspätiger Schrattenkalk, 40° NNW fallend.

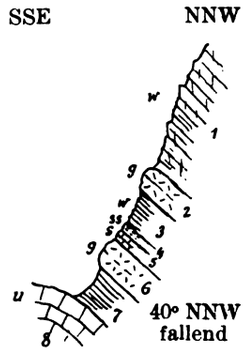


Fig. 9.

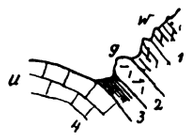


Fig. 10.

Ganz nahe bei dieser Stelle findet man (Fig. 10):

1. Wangschiefer.
2. Echinodermenbreccie, knollige Lage, 10—15 cm.
3. Mergelige Schiefer.
4. Oberster Schrattenkalk.

Ein paar Meter weiter nördlich fand ich einen Kalkblock im Wangschiefer (zirka 2 m. über dem Schrattenkalk); dichter, lichtbräunlicher Kalk. Wohl Seewerkalk. Das umgebende Wanggestein zeigt viel Clivage. Höchst seltsam! (Fig. 11.)

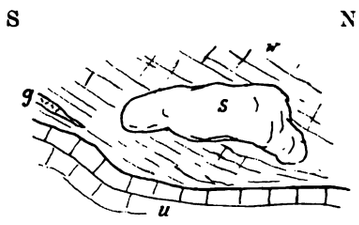


Fig. 11.

Die Lagen von Echinodermenbreccie erscheinen also hier in Schiefer eingebettet. Dass die Breccie im obersten Profil (Fig. 9) zweimal erscheint, und dazwischen Seewerkalk an einem Punkte liegt, ist wohl auf eine ganz lokale Störung zurückzuführen, vielleicht auf eine kleine Verschiebung Schichtfläche auf Schichtfläche. Wesentlich ist, dass auch hier zwischen den härteren Lagen Schiefer vom Habitus der Wangschiefer auftreten. Mit etwelcher Verallgemeinerung kann man sagen: Nach dem SE unseres Gebietes, also nach

der Gegend südlich der Alp *Tröligen* hin, nehmen die härteren Lagen konzentrisch an Mächtigkeit ab, während die schiefrigen Zwischenlagen das Aussehen von Wangschiefer annehmen. (Der in obiger Fig. 11 angegebene Seewerkalkblock ist mir einstweilen ein Rätsel.)

Der Gault der Südfacies, sowie auch derjenige der verkehrten Schichtfolge nördlich der Eocänzone[1]) setzt sich aus Grünsandsteinen zusammen, die im obern Teil knollige Petrefakten führen (Turrilitenschicht), im untern oft ellipsoidische Kalkpartien enthalten. Unmittelbar darunter folgt meist sofort der Schrattenkalk. Die braun anwitternde Echinodermenbreccie der Nordfacies fehlt meist gänzlich; sie ist aber nördlich der *Achselstöcke* auf den Alpen *Rotenbalm, Achseln* und *Ahöreli* in typischer Ausbildung vorhanden. Gegen Süden verschwindet sie bald; auf den *Stöcken* oben (z. B. *Misthaufen*) fehlt sie wieder völlig. Sonst wurde die Echinodermenbreccie des untern Gault (respektive vielleicht obern Aptiens) im ganzen grossen Revier der Südfacies noch nirgends gefunden.

V. Seewerkalk und Seewerschiefer[2]).

Allgemeines. — Diese Schichtkomplexe repräsentieren das Cenoman (das obere), das Turon und Senon, sind aber paläontologisch und stratigraphisch wegen ihrer Armut an Fossilien (ausgenommen Foraminiferen) nicht näher zu gliedern.

Gesteinsfolge. — Von unten:

1. Hellgrauer bis bräunlich-grauer, dichter Kalk, gelblich-weiss anwitternd. Bruch ausgezeichnet muschelig. In dünnen, welligen Schichten, die Schichtablösungen häufig mit schwarzen Tonschieferhäuten. (Roter Seewerkalk fehlt im Gebiet.) Durchschnittlich 20 m. mächtig. Grösste, sichtbare Mächtigkeit 30 m. *(Schönenbuch).* = Seewerkalk.

2. Graue oder bräunliche, gelblich-grau bis gelblich-weiss anwitternde Mergelschiefer. Mächtigkeit wechselnd; bis 40 m. = Seewerschiefer.

3. Nordöstlich des *Hauserstockes* liegt auf dem Seewerschiefer nochmals Seewerkalk, der welliger und unregelmässiger geschichtet ist, als der untere. Mächtigkeit 8 m. Vgl. Taf. I, Fig. 7 (links im Bild).

Seewerkalk und Seewerschiefer gehen gewöhnlich ineinander über, eine scharfe Grenze findet sich nur ausnahmsweise.

---

[1]) Der eben auch zur Südfacies gehört.

[2]) Sprachlich richtig wäre „Seewenerkalk", welche Bezeichnung auch von *Mœsch* (1881) richtig gebraucht wird.

Fossilien. — Im Seewerkalk: Zahlreiche Foraminiferen. Inoceramen massenhaft auf dem *Frohnalpstockgipfel*, wo ich dazu noch eine Koralle fand. — Im Seewerschiefer: Foraminiferen. Grosse Inoceramen zwischen *Ingenbohl* und *Unter-Schönenbuch*, kleine Inoceramen ob *Illgau*. — Dass der Seewerkalk und -schiefer wiederum im SE fehlen, wurde schon weiter oben bemerkt. (Vgl. Fig. 13 und Taf. I, Fig. 2 und 3.)

Im ganzen ist die Seewergruppe im Gebiete des *Frohnalpstocks* ziemlich variabel, ganz besonders auch, was ihr Verhalten gegenüber den darauffolgenden Wangschiefern anbelangt.

Im Seewerschiefer des *Furggelen-Passes* liegen einzelne dünne Bänke eines kalkigen, dunkeln Schiefers, der als Anfang der Wangschiefer angesehen werden muss. Die Oberfläche derselben ist wulstig, wellig; oft mit Kriechspuren ähnlichen Gebilden.

Am NE-Abhang des *Hauserstockes* (Alp *Firnboden*) liegen auf Seewerschiefer nochmals zirka 8 m. Seewerkalk; darauf folgen die Wangschiefer mit scharfer Grenze. (Taf. I, Fig. 7.)

Verfolgt man die Seewergesteine am Südhang östlich des *Hauserstockes* gegen den *Klingenstock* hin, so findet man zunächst, dass der Seewerkalk und -schiefer rasch an Mächtigkeit abnehmen. An einer Stelle findet man, unten: schlecht ausgebildeten, stark knolligen Seewerkalk mit Einlagerungen von Schiefer (4—5 m.), übergehend in Seewerschiefer (7—10 m.). Daran schliessen sich oben mit scharfer Grenze graulich bis gelbbraun anwitternde, innen schwarz-graue, kalkige Schiefer, die Wangschiefer.

Weiter gegen Osten tritt der Seewerkalk noch mehr zurück; auch der obere Gault scheint meistens zu fehlen. Dann erscheint schliesslich in einem leidlichen Aufschluss wieder Seewerkalk (ohne darauffolgende Seewerschiefer); er ruht an einer Stelle auf einer Petrefaktenknollen führenden Schicht, an einer andern aber offenbar direkt auf der Echinodermenbreccie des untern Gault. Geht man immer weiter nach Osten auf dem Rasenband (stets am Südabhang gegen das *Riemenstaldental*), so verschwinden die Seewergesteine völlig; man befindet sich in Wangschiefern, während die Wand unterhalb schon aus der Echinodermenbreccie gebildet wird. Sieht man nun genau zu, so kann man deutlich wahrnehmen, wie auf kurze Strecke aus dem typischen Wangschiefer sich Seewerkalk entwickelt. An einem plattigen Stück von zirka 60 cm. Länge vollzieht sich der Übergang ohne jeden Unterbruch. Wenig östlich stellen sich über dem Kalke wiederum die Seewerschiefer normal ein. So hat man auf kurze Strecke (bei Punkt 1853, wo die

Seewerschiefer auch auf dem Nordabhang zu Tage treten) die normale Ausbildung vor sich.

Weiter östlich nehmen die Seewerbildungen wieder rasch an Mächtigkeit ab. Am Hange südlich des *Klingenstocks* kann man sie noch beobachten, wie sie den bösen Abrisszirkus an seinem untern Ende durchqueren (etwa 12 m. mächtig). Dann aber verschwindet jede Spur, und erst am *Plankstocke* erscheinen sie wieder normal. Dort liegt typischer Seewerschiefer (-mergel) auf typischem Seewerkalk. Darüber folgen mit scharfer Grenze Wangschiefer:

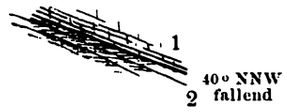


Fig. 12.

1. Graue Kalkschiefer. Erste Bank 20 cm. dick, folgende dünner; innen schwarz-braun; an der Sonne glitzernd. Beim Ritzen bituminös riechend. Ohne Fossilien (Wangschiefer).
2. Hell anwitternde Mergelschiefer; innen bräunlich bis grau-braun, aussen gelblich-grau (nass schwarz-braun), mit zahlreichen Punkten (Foraminiferen) und spärlichen Resten einer Schale (Inoceramen). (= Seewerschiefer.)

Die Grenze zwischen 1 und 2 ist ganz scharf; keine Übergänge. 1 und 2 erscheinen etwas diskordant, wohl aber infolge von Clivage- und Klüftungserscheinungen.

Auch ob *Bergli* (am *Stoosbach*) liegen die Wangschiefer mit scharfer Grenze auf dem Seewerschiefer.

Resultate: Der Seewerschiefer ist im Gebiete des Frohnalpstockes gegen oben (gegen die Wangschiefer) meist scharf begrenzt. Nur am Furggelen-Pass finden sich Einlagerungen von Wangschieferlagen im obersten Seewerschiefer, mit etwelchen geringen petrographischen Übergängen. Dagegen fand sich eine Stelle, wo aus Seewerkalk horizontal Wangschiefer hervorgeht.

Wie sich die obere Grenze der Seewerschiefer von *Brunnen* und östlich *Schwyz* gestaltet, ist noch fraglich. Typische Wangschiefer fehlen dort. Wo nicht Nummuliten auftreten, ist eine Abgrenzung des Seewerschiefers gegen den Flysch (Eocän) kaum möglich.

Die auf weiten Strecken zu Tage tretenden Ton- und Mergelschiefer von *Illgau* rechne ich zu den Seewerschiefern und nicht zum Flysch, denn ihr Liegendes ist, wo immer es gesehen werden kann, Seewerkalk. Die Wangschiefer liegen auf ihnen, und erst auf diesen folgt (an einer Stelle ob *Illgau*) Nummulitenkalk.

In der Südfacies fehlen die Seewerschiefer vollständig; ebenso auch die Wangschiefer. Auf dem Seewerkalk ruht gleich die Nummulitenstufe des Eocän (Parisien).

VI. Wangschiefer.

Allgemeines. — Der Name rührt von *Escher* (1871) her. Vgl. auch *Studer*, Index (1872), p. 256.

Verbreitung: Obere *Sihltäler*, *Frohnalpstockgebiet*, *Bauen-Schwalmis*-Kette; *Giswilerstöcke*; *Vorarlberg* (*Vacek*, 1879). *Burckhardt* (1896) erwähnt im Gebiete nördlich des *Klöntals* keine; ob sie wirklich fehlen?

Gestein. — Die Diagnose, die *Kaufmann* (1874), p. 65, gab, ist äusserst zutreffend: „Die Wangschiefer bestehen in der Hauptmasse aus schwärzlichem oder schwärzlich-grauem, kompaktem, hartem Schiefer, welcher durch Verwitterung eine hell aschgraue oder schwach gelbliche Oberfläche bekommt. (Die Farbe ist nur ganz oberflächlich.) Bruch matt, ziemlich ebenflächig, mit leichter Neigung zu schuppiger Ablösung parallel den Schichtflächen."

Mächtigkeit. — An der Originallokalität *(Wangfluh, Schülberg)* zirka 100 m. Im *Frohnalpstockgebiet* und in der *Drusbergkette* meist zirka 150 m.; am *Klingenstock* jedoch sogar etwas über 250 m. (Dort können aber auch kleine Doppelungen im Spiel sein.) Vgl. Taf. I, Fig. 2 und 3. (An andern Stellen nur wenige Meter mächtig; vgl. *Kaufmann* [1874], p. 65; *Obergross, Hirzenegg*, 8 Fuss, nach *Escher*.) Bei *Brunnen* fehlen sie.

Fossilien. — Ein unbestimmbarer Inoceramus am *Rotthurm*, westlich des *Klingenstockes*. (*Kaufmann* [1874], *Mœsch* [1894] geben allerhand an, aber leider nichts Ausschlaggebendes. Wohl werden Nummuliten aufgezählt; aber an der Richtigkeit dieser Angaben wurde wieder gezweifelt.)

Übergänge, Abgrenzung, Alter. — Im Gebiete des *Schülbergs, Fidersbergs* und der *Wangfluh* (alles südlich und südöstlich von *Iberg*) sind die Wangschiefer nach *Escher, Kaufmann* und *Quereau* durch Übergänge mit den Seewerschiefern verbunden, während gegen oben nach *Kaufmann* Nummulitenbänke sich einschalten, die aber von *Quereau* (1893) auf Brüche zurückgeführt werden. *Studer* (Index, p. 256, nach *Escher*) spricht von scharfer Grenze gegen die Nummulitenstufe. Auf der *Bühlalp* (*Schwalmi*skette) treten nach *Kaufmann* (1874, p. 65) Nummuliten in typischem Wanggestein zu Tage, und zwar meist in helleren, kalkreicheren Partien, die das Wanggestein in verschiedenartigster Weise durchschwärmen, wie Nester und Schnüre, ohne irgendwelche scharfe Abgrenzung" (!). Nach *Quereau* (1893, p. 13), der aber die Lokalität so wenig wie ich gesehen hat, sollen hier wahrscheinlich mechanische Durchdringungen vorliegen. *Quereau* ist der Ansicht (ebenso *Steinmann*), dass die Grenze gegen die Nummulitenstufe stets scharf sei.

Im Gebiete des *Frohnalpstockes* lassen sich, wie im vorigen Abschnitte gezeigt wurde, keine namhaften Übergänge zwischen Seewerschiefer und Wangschiefer feststellen; dagegen konnte an einer Stelle der Übergang von Seewerkalk in Wangschiefer (in horizontaler Richtung) konstatiert werden. Ohne Zweifel sind in jenem Gebiet jedenfalls die untern Wangschiefer cretacischen Alters, sie sind wohl eine Facies, die an verschiedenen Orten zu verschiedener Zeit eintrat. Meist ist die Grenze gegen die Seewerschiefer ganz scharf und hat oft das Aussehen einer Transgression.

Im Gebiete des *Frohnalpstocks* fand ich keine eingelagerten Nummulitenbänke. Die Grenze gegen die aufliegenden Nummulitenkalke des *Krauterenwaldes* ist, soviel ich sah, scharf.

Sollten sich die oben erwähnten Beobachtungen *Kaufmanns* am *Schwalmis* bestätigen, so könnte nur folgende Auffassung möglich sein: Die Wangschiefer verbinden Kreide und Eocän; sie repräsentieren keine selbständige Stufe, sondern sind bloss eine Facies, die schon ziemlich früh in der Kreide beginnen konnte und bis ins Eocän fortdauerte. Wären aber die Angaben *Kaufmanns* nicht zutreffend, so müsste man, wie *Quereau,* die gesamten Wangschiefer zur obern Kreide rechnen (vielleicht in der Hauptsache zum Danien).

Petrographisch besitzen die Wangschiefer grosse Ähnlichkeit mit verschiedenen schiefrigen Gesteinen des Valangiens und Neocoms, was wohl auf facielle Verwandtschaft deutet.

Die Wangschiefer sind in ihrem Vorkommen, wie bemerkt, auf eine relativ schmale, aber lange Zone beschränkt, die sich, soviel man weiss, vom *Brienzersee* parallel den Ketten der Alpen mit Unterbruch bis ins *Vorarlberg* erstreckt. Es sei ausdrücklich bemerkt, dass ein Südrand der Wangschieferablagerungen nirgends beobachtet wurde. Sie hören stets an einer durch die Erosion erzeugten Linie auf.

In der Nachbarschaft des Eocäns des *Riemenstaldentales,* sowie in der Südfacies überhaupt, fehlen die Wangschiefer durchwegs.

Die reduzierte Mächtigkeit und das Fehlen der mittleren und oberen Kreide zwischen Plankstock und Klingenstock. (Vgl. Fig. 13 und Taf. I, Fig. 2, 3 und 6.)

A. Zusammenfassende Darstellung der Erscheinungen.

1. Neocom und Valangien.

Das obere Neocom besitzt geringere Mächtigkeit als gewöhnlich. Der Kieselkalk dagegen erscheint sehr mächtig.

2. Schrattenkalk.

Am Südabhang des *Klingenstocks* 25—30 m.

Am *Plankstock* 60 m.

Dazwischen, am Nordgrat des *Sissigerspitzes:* Wenige Schrattenkalkbänke, die sich gegen Süden rasch auskeilen, die oberste zuerst, dann successive die untern. Die zwischen den Kalkbänken liegenden Schiefer haben das Aussehen des Wangschiefers. Am Südhang des *Hengsts* folgt auf oberes Neocom direkt Wangschiefer; die Grenze erscheint aus der Ferne scharf.

3. Gault.

Am *Klingenstock* zirka 6 m.

Am *Plankstock* zirka 50 m., gegen Westen sehr rasch abnehmend.

Im Tobel westlich des *Plankstockes* nur dünne Reste von Echinodermenbreccie, getrennt durch Wangschiefer-ähnliche Gesteine. Weiter westlich bis gegen den *Klingenstock* hin fehlend.

4. Seewerkalk und -schiefer.

Am *Klingenstock* zirka 12 m.

Am *Plankstock* zirka 15 m.

Dazwischen ist nichts mehr von Seewergesteinen zu sehen. (Im Tobel westlich des *Plankstocks* kleine Partien Seewerkalk.)

Die Grenze gegen die Wangschiefer ist scharf. (Nur am *Furggelen-Pass* lagern sich Wangschieferbänke in den obersten Seewerschiefer ein, mit geringfügigen Übergängen.)

Östlich des *Hauserstocks* gehen an einer Stelle Seewerkalk und Wangschiefer horizontal ineinander über.

5. Wangschiefer.

In dieser Gegend besonders mächtig (250 m. und etwas mehr).

a) Die Wangschiefer liegen mit besonders aus der Ferne deutlicher, scharfer Grenze auf ihrer Unterlage.

b) Zwischen den dünner werdenden Stufen der Kreide treten Wangschiefer-ähnliche Gesteine auf. (Nur kurze Strecke vor ihrem Aufhören.)

6. Allgemeines.

a) Meist ganz allmähliche Reduktion der Mächtigkeit der kalkigen Stufen.

b) Auffallende Fossilarmut im Schrattenkalk und Neocom, schon in weitem Umkreise.

c) Die Ausbildung der Gesteine in reduzierter Mächtigkeit ist meist nicht typisch.

B. Versuch zur Erklärung dieser Erscheinungen.

Zur Erklärung reduzierter oder fehlender Schichtfolgen können in Frage kommen:

1. Tektonische Ursachen. Hier völlig ausgeschlossen. (Normale Schichtlage. Im Streichen der Falten normale und reduzierte Ausbildung.)

2. Trockenlegung, Abtragung und nachherige Transgression des Jüngern. (= Sekundäre Reduktion durch Abtrag.)

Gegen diese Annahme spricht:

a) Schon in weitem Umkreise sukzessive Reduktion aller Stufen, die in Betracht kommen, gegen die Gegend hin, wo sie schliesslich fehlen.

b) Deren Armut an Fossilien.

c) Die Gesteine sind an Stellen mit stark reduzierter Mächtigkeit nicht ganz typisch ausgebildet.

d) Das Auftreten wangschieferartiger Zwischenlagen an Stelle anderer Mergelschiefer zwischen den dünner werdenden harten Lagen. (Gilt besonders für Schrattenkalk und Gault.)

Für eine teilweise Transgression (Lücke) spricht:

Die scharfe Grenze, mit der die Wangschiefer auf ihrer Unterlage aufruhen.

3. *a)* Geringer Absatz zur Zeit der Schrattenkalk-, Gault- und Seewerbildung.

b) Nachher Abtragung, zum Teil bis auf das obere Neocom hinunter.

Diese Erklärung kann allen Erscheinungen, die mir bekannt sind, gerecht werden.

Man darf wohl annehmen, dass Schrattenkalk, Gault und Seewerkalk, wenn auch nur in stark reduzierter Ausbildung, auch da abgelagert wurden, wo sie jetzt fehlen, denn von irgend welchen Küstenbildungen ist nichts zu sehen. Von einer Verschieferung der kalkigen Ablagerungen kann auch nicht gesprochen werden, bloss von einer Abnahme ihrer Mächtigkeit und davon, dass zwischen den dünnen Kalklagen Schiefer von Wangschiefer-Habitus auftreten. Dies beweist nur, dass Wangschiefer-Facies schon früher auftreten konnte. Deswegen bleibt doch sicher, dass die Hauptmasse der Wangschiefer das jüngste Glied Kreide darstellt; und wenn an einer Stelle Wangschiefer in Seewerkalk übergeht, so gilt das selbstverständlich nur für die untersten Partien der Wangschiefer. Überdies muss hervorgehoben werden, dass dieser Fall eben nur eine einzige, kleine

Stelle betrifft, dass aber in weiten Gebieten die Wangschiefer normal auf den Seewerschiefer mit oder ohne Übergänge folgen.

Alle diese Unregelmässigkeiten im Absatz der Schichten und teilweisen Abtrag derselben kann man sich leicht durch Unregelmässigkeiten im Bodenrelief entstanden denken.

Eine andere Frage ist die, ob nicht etwa gleich nach Ablagerung des Schrattenkalks (inklusive Rhodaniens) schon Abtragungen stattfanden. Da und dort in der Literatur findet man Angaben, die für derartige Erosion sprechen, doch im Zusammenhange wurde diese Frage noch nicht studiert.

C. Tertiär.

Eocän [1]).

Gesteinsfolge. — Vgl. Taf. I, Fig. 1—4.

A. Auf dem Plateau östlich des *Frohnalpstockes* gegen den *Plankstock* bildet eine ziemlich dünne Nummulitenkalklage weithin als jüngstes noch erhaltenes Glied der Schichtreihe die Oberfläche. Der Kalk ist karrig verwittert und von Wald bedeckt. Er liegt mit scharfer Grenze auf den Wangschiefern. Verschiedene Lagen Nummulitenkalke, etwa durch Flyschschiefer getrennt, konnte ich nicht unterscheiden. Der Kalk ist meist hellgrau, spätig, erfüllt von zahllosen Nummuliten; daneben trifft man auch Querschnitte von Seeigeln, Bruchstücke von Pecten. Grünsandstein scheint hier oben zu fehlen.

B. *Sisikon-Riemenstalden.* Hier findet man:

1. Grauen, spätigen Kalk mit zum Teil sehr grossen Nummuliten (z. B. gegenüber *Berghäusern*). Dunkelgrauen und bräunlichen, glauconitischen Kalk mit Nummuliten (Schlucht östlich *Sisikon*). Gleich südlich *Sisikon* liegen Nummuliten in leicht verwitterbaren, braunen, sandigen Gesteinen.

2. Glauconitsandstein, dunkel-blaugrün. Oft mit verschiedenen Pectenarten. Untergeordnet auch gewöhnlicher, glimmerführender Sandstein. (Schlucht östlich *Sisikon;* ob der Kapelle *Kemleten;* gegenüber *Berghäusern* und überhaupt am linken Talhange häufig zu treffen.)

---

[1]) Die Tertiärbildungen untersuchte ich nur sehr wenig, da in den betreffenden Gegenden die tektonischen Verhältnisse im Vordergrunde des Interesses standen. Die nachfolgende Darstellung ist daher nur wenig gründlich. Vor allem konnte ich bezüglich der Mächtigkeiten nicht ins klare kommen.

3. Hell gelblich-braun und -grau anwitternde, innen braune, oft sandige Mergelschiefer (Flysch). (Bei der Kapelle *Kemleten* ob *Sisikon* und ins Tal hinein gegen *Riemenstalden.*)

Weiter östlich schwinden die Eocängesteine mehr und mehr. Am *Katzenzagel-Pass* fehlen sie gänzlich (infolge tektonischer Einwirkungen). Von hier gegen *Muotathal* hinunter erscheinen sie aber nach und nach wieder und erreichen ihr Maximum bei *Frutt* (südlich ob *Muotathal*). Dort trifft man cocäne, grünsandige Kalke mit mehr oder weniger, meist nicht mehr so grossen Nummuliten; glauconitische Sandsteine (durch ihre grössern Glauconitkörner und geringere Zähigkeit von Gaultgesteinen in frischem Zustand meist gut unterscheidbar); bräunliche Mergel. Gegen *Muotathal* hinunter fand ich an einer Stelle zahlreiche Nummuliten in einem grauen Mergel, direkt folgend auf Seewerkalk; dort fehlen also die eocänen Kalke.

Fossilien.

Pecten montanus May. (*Sisikon*, in Grünsandstein).
„ Parisiensis d'Orb. („ „ „).
„ Heeri May. („ „ „ , 1 Ex.).

Nummulina (Assilina) exponens J. de C. Sow. (vielleicht z. T. auch N. granulosa d'Arch.) — *Sisikon;* südlich ob *Muotathal* in Mergeln.

Nummulina complanata Lam. — *Sisikon,* z. T. sehr gross.

Nummulina Tchihatcheffi d'Arch. — *Sisikon; Berghäusern* gegenüber, mit voriger zusammen das Gestein erfüllend.

Nummulina perforata d'Orb.? — *Krauterenwald.* (Daneben noch vielleicht lævigata.)

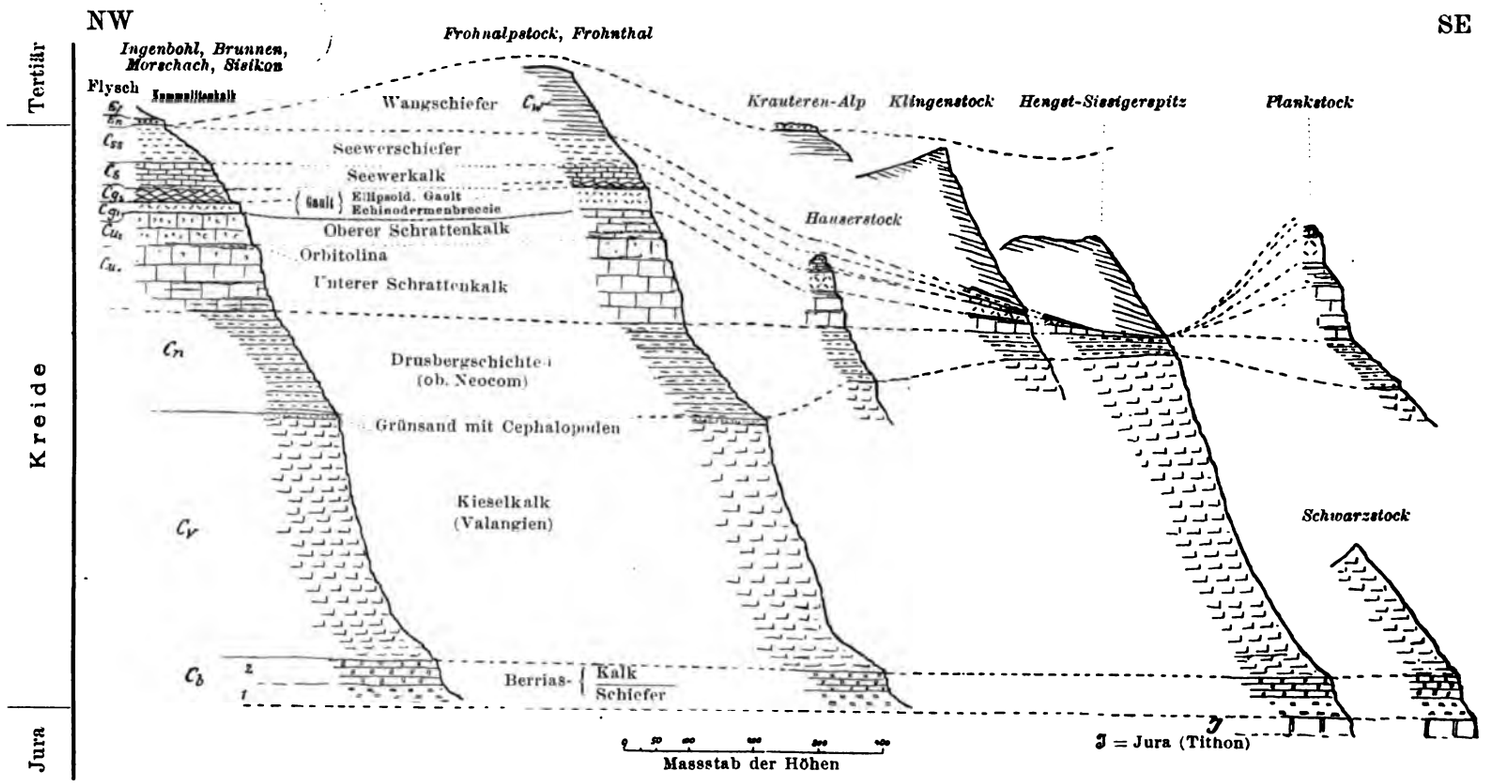


Fig. 13. **Schematische Darstellung der Mächtigkeit der Stufen in verschiedenen Gegenden.**

Stratigraphische Übersichtstabelle.

Tertiär. Eocän	Parisien		Nummulitenkalk, Grünsandstein, Flyschmergel.
Kreide	(Danien?)		Wangschiefer, (0—)150(—250) m.
	(Sénonien)		Seewerschiefer, (0—)40 m.
	(Turonien).		Seewerkalk, (0—)20(—30) m.
	Cénomanien		Turrilitenschicht und ellipsoidischer Grünsandkalk, (0)—5(—15) m.
	Albien		Concentricus-Schicht, zirka 60 cm. Echinodermenbreccie (oben und unten Grünsandstein), (0)—25(—50) m. [1]
	Aptien (*Kilian* u.a.)	Aptien (proprement dit) (*Renevier*)	Gibbsi-Schichten, 1 m., oft 0.
		Rhodanien (*Renevier*)	A. Oberer Schrattenkalk (30 m.). Orbitolina-Schicht (1,5 m.). B. Mergel u. Mergelkalke, hie und da Orbitolinen. C. fehlend.
	Barrémien (*Kilian* u.a.)	Urgonien	Unterer Schrattenkalk, < 50—120 m.
		Néocomien . . .	Couloni-Schicht (richtiger Sinuata-Sch.), zirka 1 m. Drusberg-Schichten, Spatangenkalk (oberes Neocom), 50—150 m.
	Hauterivien		Grünsandstein (mit Cephalopoden), zirka 2 m.
	Valangien		Kieselkalk, 300—450 m. (im SE 500 m.).
	Berriasien		Berrias-Kalk und -Schiefer, zirka 60 m.
Jura	Tithon?		Weisswandkalk, bis 60 m.

Gault in weitem Sinne.

[1]) Die Echinodermenbreccie gehört vielleicht zum Teil noch ins obere Aptien.

Zweiter Teil.

Tektonik.

Einleitung.

Das *Frohnalpstock*gebiet gehört tektonisch zur zweiten Kreidekette.

Die erste wird gebildet vom *Pilatus*, *Bürgenstock*, der *Rigihochfluh*, taucht in der Gegend von *Schwyz* unter das Tertiär unter und erscheint erst wieder in den *Aubrigen* im *Wäggital*. Von dort zieht sie sich mit verschiedenen Unterbrechungen noch weiter gegen Osten [1]). Auch vom *Pilatus* weiter gegen Westen lässt sie sich klar verfolgen. Sie bildet stets die nördlichsten Kreidefalten und erscheint mit verquetschtem oder stark reduziertem Mittelschenkel auf das nördlich vorliegende Tertiär hinaufgeschoben.

An diese erste Kreidekette schliesst sich südlich eine Mulde oder, um nicht zu viel gesagt zu haben, eine Eocänzone, in der zahlreiche sogenannte Klippen und exotische Gesteine wurzellos ein- oder aufgelagert erscheinen. Diese eocäne Zone bildet z. B. das breite Tal von *Schwyz* und die *Muota*ebene.

Aus dieser meist durch Täler und Pässe angedeuteten Eocänzone erhebt sich südlich die zweite Kreidekette. Aus prächtig geschwungenen Falten aufgebaut, zieht sich auch diese Kette weithin durch die Voralpen. Von *Unterwalden* her, wo sie von der südlich folgenden Kette nicht sehr scharf geschieden ist, vielleicht gegen W sogar mit ihr verschmilzt, stösst sie an den *Urnersee*, in den beiden *Bauenstöcken* kulminierend. Das tiefe Quertal des *Urnersees* zeigt an seinen beiden Flanken das bekannte Faltenbild dieser Kreidekette. Wie *Heim* (1894, p. 42—50, Taf. II, Fig. 3) klar dargestellt hat, entsprechen sich die beiden Talseiten tektonisch vollkommen. Die einzelnen Gewölbe und Mulden innerhalb dieser Kette lassen sich auf weite Strecken verfolgen [2]).

---

[1]) Vgl. *Burckhardt*, 1893 (Kontaktzone von Kreide und Tertiär). Beitr. z. geol. Karte d. Schweiz, Lief. 32.

[2]) Vgl. *Burckhardt* (1896), p. 187, Taf. III.

3 Gewölbe und 3 Mulden können im tektonischen Bau des *Frohnalpstocks* ohne Schwierigkeit erkannt werden. Ein viertes Gewölbe und eine vierte Mulde müssen nach der gewöhnlichen Auffassung der tektonischen Stellung des *Frohnalpstocks* angenommen werden, sind aber, soviel man weiss, nirgends als solche ohne weiteres zu erkennen. Von Nord nach Süd trifft man:

1. Gewölbe: Axensteingewölbe.
1. Mulde: Morschacher-Mulde.
2. Gewölbe: Frohnalpstockgewölbe.
2. Mulde: Furggelenpass-Mulde (nach älteren Karten *Furkelipass*).
3. Gewölbe: Hauserstockgewölbe.
3. Mulde: Die Mulde der Krauteren-Alp.

Das sonst angenommene vierte Gewölbe, das nach S überliegende Klingenstockgewölbe, existiert nicht.

4. (Mulde). Eocänzone von Riemenstalden etc. Sie ist stets nur schmal, lässt sich aber dennoch weithin nachweisen. Gegen Westen zieht sie sich von *Isleten* über den *Schonegg-Pass* und verliert sich im *Engelberger-Tal*, auf welche Weise, ist unbekannt. Gegen Osten zieht sie von *Sisikon* über den sogenannten *Katzenzagel-Pass*[1]) gegen *Muotathal*, lässt sich von da über den *Pragel* nach *Richisau* verfolgen, zieht sich von dort ob dem *Deyenstock* durch und am Abhange des *Wiggis* und *Rautispitzes* hin, und erreicht bei *Näfels* fast den Talboden; nur wenig fehlt (eine kurze Strecke Gehängeschutt macht einen Unterbruch), so würde sie sich vereinigen mit derjenigen Eocänzone, die nördlich der zweiten Kreidekette liegt, ein Verhältnis, worauf *Lugeon* mit Recht entschieden grossen Wert legt[2]). Aber auch jenseits des *Linthtales* findet sich das Eocän wieder, indem es die obere Kreidepartie des *Neuenkammes* von der untern trennt. (Nach *Heim* und *Oberholzer*, Manuskriptkarte.) Bei *Bättlis* am Nordufer des *Walensees* erscheint es nochmals und zieht sich dann hoch an den *Churfirsten* hinauf. Das Eocän verliert sich gegen E; wie, ist wiederum noch nicht festgestellt.

Die nächstfolgende, dritte Kette enthält ausser Kreide mächtigen Malm, Dogger, Lias etc. bis Verrucano. Gleich östlich des *Urnersees* ist sie als eine Kette (*Axenkette*, mit *Rossstock*, *Kaiserstock* etc.) entwickelt, löst sich aber weiter

[1]) Der Name „*Katzenzagel*“ bezieht sich nicht auf den Pass, sondern auf eine kleine Schlucht westlich desselben. In der Gegend ist dieser Name überhaupt nur von der Karte her bekannt; die Leute nennen jene Gegend „*Katzenschwanz*“, und der Pass wird gewöhnlich, wenigstens von den Muotathalern, zur „*Goldplank*“ gerechnet.

[2]) *Lugeon*, 1901, Nappes de recouvrement, p. 782.

gegen Osten in zahlreiche auf. Sie setzt sich fort in das *Glärnisch-Ortsstockgebiet,* den Nordflügel der Glarner Doppelfalte. Westlich des *Urnersees* bildet diese tektonische Zone das *Urirotstockgebiet,* die *Melchthaler*-Berge, und setzt sich fort im *Schwarzhorn, Faulhorn,* in die *Berner Oberländer*-Gebirge.

Überall wird diese tektonische Zone von Süden her von Eocängebilden unterteuft, den eocänen Schiefern etc. von *Glarus, Klausenpass, Surenen-Jochpass.*

In den südlich aus dem Eocän auftauchenden Massen, die sich zur *Tödi-Windgällen*-Kette erheben, fehlt die Kreide auf grosse Strecken vollständig. Sie erscheint südlich des *Klausenpasses,* wird gegen Osten *(Bifertenstock, Panixerpass)* mächtiger, um schliesslich im *Calanda* wieder in respektabler Ausbildung aufzutreten. Auch gegen Westen fehlt sie in dieser Zone bis ins westliche *Berner Oberland.*

Spezielle tektonische Beschreibung.

Die Falten des Frohnalpstockgebietes streichen N 55—60° E. Das *Riemenstaldental* mit seiner Eocänzone verläuft zirka W—E, schneidet also die Falten des Frohnalpstockmassivs schief an. Die Wasserscheide zwischen dem *Muota-* und *Riemenstaldental* zieht sich vom *Frohnalpstock* an zunächst südöstlich, also quer zum Streichen der Falten, dann weiterhin mehr östlich. Im Gebiet östlich vom *Hauserstock* streichen die Schichten ENE und fallen mehr oder weniger gegen NNW. Der Grat, der die Wasserscheide bildet, verläuft zuerst E—W, also schief zum Streichen der Schichten. Er bleibt ungefähr in einer Höhe von 1800—1900 m. Geht man also von W nach E auf diesem Grat, so gelangt man nach und nach in immer ältere Schichten. Dann biegt der Grat gegen ENE um und senkt sich nach und nach gegen *Muotathal* hinunter. (Vgl. Taf. I, Fig. 1—4.)

Die verschiedenen Gewölbe des Gebietes erreichen verschiedene Höhen. Das nördlichste, das Axensteingewölbe, ist das tiefste, das nächstfolgende gegen Süden, das Frohnalpstockgewölbe, das höchste. Das Hauserstockgewölbe ist wieder etwas niedriger.

Das Frohnalpstockgewölbe liegt nach NW über; der Mittelschenkel fällt mit 40—60° gegen SW bis SSW. Er ist reduziert und zwar auf etwa $^6/_{10}$ der normalen Schichtmächtigkeiten. (Vgl. Taf. I, Fig. 1.)

Das Hauserstockgewölbe ist bedeutend kleiner. Sein Gewölbeschenkel fällt schwach gegen SSE, der Mittelschenkel steht vertikal; am *Furggelenpass* ist er ein wenig übergekippt.

Gewölbe und Mulden sinken im Streichen gegen ENE ziemlich bedeutend ab.

Axensteingewölbe *(Axenstein-Muotaschlucht)*, 9,7 %.

Frohnalpstockgewölbe: *Frohnalpstock-Stoos*, 16 %, *Stoos-Fallenfluh*, 4 %.

Furggelenpassmulde: *Furggelenpass-Ried* (im *Muotathal*), 14,4 %.

Hauserstockgewölbe, 14,4 %.

1. Die Eocänzone von Schwyz.

Soweit meine Beobachtungen gehen, verdecken Alluvionen den Untergrund vollständig. In *Ingenbohl* sollen nach *Stutz* und *Heim* bei Hausbauten Nummulitenkalke angebrochen worden sein. Bei *Schwyz* und an der Strasse von dort gegen *Iberg* hinüber treten die Eocängesteine häufig zu Tage. (Vgl. *Kaufmann*, 1874.)

Ob diese Zone eine Mulde ist, ist ungewiss. Nach neuester Auffassung, die später erörtert wird, soll es keine sein, sondern dieses Eocän wäre unter dem *Frohnalpstock* hindurch mit demjenigen von *Sisikon-Riemenstalden* irgendwie in Verbindung (vgl. Fig. 28 b).

2. Das Axensteingewölbe.

Dieses herrliche, einfache Gewölbe ist schon den ersten Geologen, die diese Gegend bereisten, aufgefallen[1]). Durch das Tal des *Urnersees* ist es bis ziemlich tief in den Kieselkalk hinunter aufgeschlossen, der in fast senkrechten Wänden von der *Axenstrasse* in den See abfällt. Die obersten Schichten der Kreide sind gegen *Schönenbuch* am Rande der *Muota*-Ebene erhalten und gut aufgeschlossen. (Seewerkalk und -schiefer; Zementfabrik.) Wangschiefer fehlen in dieser Gegend gänzlich oder sind nur ganz spärlich entwickelt; wenigstens sah ich nichts davon.

Das Profil durch den Schrattenkalk an der Axenstrasse bei *Brunnen* wurde im stratigraphischen Teil beschrieben (vgl. p. 19). Ebenso wurde dort bemerkt, dass der erste Strassentunnel schon im obern Neocom liegt, dass ferner ein grosser Teil der von diesem Tunnel aus sich in die Höhe ziehenden Felswand aus oberem Neocem besteht (an einer Stelle jedenfalls ganz, denn Serpula Pilatana May. findet sich am Strässchen ob der Wand). Die Wand unterhalb *Axenstein* und *Axenfels* ist Schrattenkalk. Weiter südlich erreicht der Schrattenkalk der Morschacher-Mulde die Strasse nicht mehr. Man befindet sich dort stets in den obern Mergeln und Kalken des Neocom, die zum Teil reich an Fossilien sind (vgl. oben p. 16, 17).

---

[1]) Die Form kann aus Taf. I, Fig. 1, und Fig. 28 ersehen werden.

In der Verlängerung des Axensteingewölbes gegen NE liegt der *Giebel* (918 m.). Der Zusammenhang des Gewölbes links und rechts der *Muota* ist gar nicht einfach. Wie aus nachfolgender Figur zu ersehen ist, sinkt das Gewölbe als Ganzes von *Axenstein* an gegen ENE langsam bis an die *Muota* hinunter, wo man in der Gewölbeachse, beim Elektrizitätswerk (bei ca. 480 m.), Seewerkalk und Seewerschiefer vorfindet, die talauswärts und westlich gegen *Schönenbuch* verfolgt werden können. Die obere Schrattenkalkgrenze liegt bei *Axenstein* bei 730 m. (in der Scheitellinie des Gewölbes) und beim *Muota*-Durchbruch unten bei ca. 440 m. (Distanz 3 km.); das Gefälle beträgt 7,9 %.

In der *Giebelfluh* liegt die obere Schrattenkalkgrenze in der Gewölbeachse bei ca. 920 m., also 480 m. höher oben als in der nahen Muotaschlucht unten.

Fig. 14. **Längsprofil im Scheitel des Axensteingewölbes.** 1 : 50,000.

(Nur der Schrattenkalk ist berücksichtigt.)

Wie kommt dieser bedeutende Höhenunterschied auf so kurze Distanz (400 m.) zu stande? Die nähere Untersuchung der Verhältnisse ergab folgendes:

An der Strasse von *Schwyz* her stösst man, nachdem der Gehängeschutt und die Moränen endlich aufgehört haben, auf eine dünne Lage Gault. Daran schliesst sich nach einer bröckelig zerquetschten, grünsandigen Zwischenlage Schrattenkalk voll Calcitadern. Die Schichtstellung ist fast vertikal, das Streichen ist N—S. Bis zur scharfen Strassenecke hat man an der Strasse stets Schrattenkalk vor sich; zunächst im Niveau der Strasse, gegen die Ecke zu etwas über der Strasse. Dort gelangt man ins obere Neocom. Die Lagerung ist verworren. Steigt man von da, wo der Gault an der Strasse zu sehen ist, zur *Muota* hinunter, so findet man an den fast vertikal stehenden Gault Seewerkalk und weiter unten auch Seewerschiefer angelehnt. Das Fallen und Streichen ist verschieden von Stelle zu Stelle. Meist fallen die Schichten steil gegen WNW, aber auch NW (etwas weiter nördlich). Ganz deutlich lässt sich aber erkennen, wie Seewerkalk und Gault gegen die Tiefe hinabsteigen, dort sich rasch verflachen und in den normal gelagerten Gault und Seewer der linken Talseite übergehen (vgl. Fig. 15.)

Man hat es also hier nicht mit einem Bruch zu tun, sondern mit einer ausgezeichneten Flexur. Sie streicht N—S[1]), das Axensteingewölbe WSW—ENE. Sie schneidet dasselbe also schief.

[1]) Talauswärts vielleicht mehr NNE—SSW.

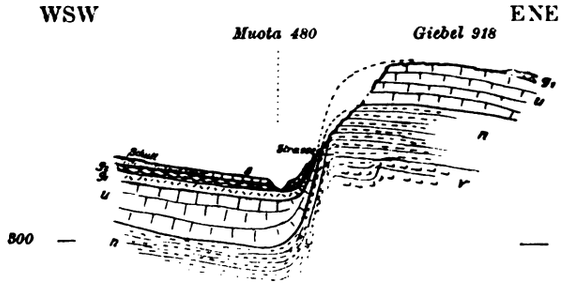


Fig. 15. **Querprofil durch die Flexur westlich des Giebels = Längsprofil im Scheitel des Axensteingewölbes.** 1 : 25,000.

Es war zu erwarten, dass eine so bedeutende Störung im Axensteingewölbe auch noch weiter südlich, in der Morschacher-Mulde, fühlbar sei. In der Tat findet man in den Bachschluchten südlich *Oberdorf* bei *Ober-Schönenbuch* im Kern der Morschacher-Mulde eine Menge (zirka 70 m.) hellgrauer, SE-fallender Mergelschiefer (Seewerschiefer), was auf eine tiefe Lage der Muldenbiegung hindeutet. Darüber folgt der verkehrte und verquetschte Mittelschenkel. (Vgl. folg. S.) Zirka 500 m. weiter östlich ist von der Mulde nichts mehr zu sehen. Man befindet sich dort in unregelmässig steil gegen NW fallendem Neocom und Kieselkalk, die die Muldenform nicht mehr erkennen lassen. Erst weiter östlich, am N-Abhang des *Stooshorns,* klebt ein Stück der Mulde, das von *Heim* zuerst richtig erkannt wurde. Diese Partie der Mulde liegt viel höher als die oben genannte südlich *Ober-Schönenbuch.* Die erstere liegt östlich der Flexur und entspricht dem hochgelegenen Giebelgewölbe, letztere hingegen westlich der Flexur und schliesst an die abgesunkene Partie des Axensteingewölbes an.

3. Die Morschacher-Mulde.

Wie aus Taf. I, Fig. 1, zu ersehen ist, ist diese Mulde ziemlich eng und stark nach NW überliegend, so dass der Südost-Schenkel derselben zum Mittelschenkel zwischen dieser Mulde und dem Frohnalpstockgewölbe geworden ist. Die Schichten des Mittelschenkels fallen in verkehrter Lagerung 40—60 ° SW bis SSW; sie sind in ihrer Mächtigkeit auf $^6/_{10}$ der normalen reduziert.

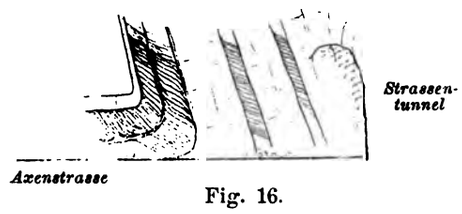


Fig. 16.

Die scharfe, muldenförmige Schichtenbiegung zu beiden Seiten des *Urnersees,* (zwischen *Brunnen* und *Sisikon* einerseits; zwischen *Seelisberg* und *Isleten* anderseits) fällt wohl jedem beobachtenden Wanderer auf. An der *Axenstrasse (Ölberg)* ist die Biegung sehr scharf. In den Mergellagern des obern Neocoms lässt sich dort (an der Strasse) ein ausgeprägtes Clivage erkennen, dessen Richtung den Muldenwinkel ungefähr halbiert (siehe nebenstehende Figur)[1]).

[1]) Vgl. *A. Heim,* Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung, Taf. XV, Fig. 13.

In ihrem Verlaufe nach NW enthält die Morschacher-Mulde als Jüngstes aufgeschlossen Seewerkalk und auch Seewerschiefer, der aber meistens verdeckt ist. (Vgl. Taf. I, Fig. 1; und Fig. 20.)

Der Mittelschenkel kann am Strässchen südlich *Morschach*, gleich unterhalb der *„Schilte“*, studiert werden (siehe p. 24, 25). Der Seewerkalk ist nur 4 m. zu sehen, es folgt 10 m. ellipsoidischer Gault und Grünsandstein, 60° S 30° E fallend; hierauf eine verquetschte Mergellage, dann 15 m. Echinodermenbreccie des Gault (70° SE fallend); es ist also im Gault eine Reduktion auf $^2/_3$ bis $^1/_2$ eingetreten. Bei der *Schilte* erreicht man den Schrattenkalk mit Requienien, der fast auf die Hälfte reduziert ist. Von tiefern Schichten trifft man dort oben nur noch das obere Neocom (Spatangenkalk), während die Valangienkieselkalke, die an der *Axenstrasse* unten ununterbrochen aufgeschlossen sind, meist von Erraticum bedeckt sind.

Von der *Schilte* an kann man dem Mittelschenkel gegen NE nachgehen. Er verschwindet bald unter dem Schutt des *Lauibaches*, taucht aber südlich ob *Degenbalm* nochmals auf, aber auffallenderweise nur in Seewerkalk und Gault; der Schrattenkalk ist verdeckt. Wiederum verschwindet er unter reichlichem Schutt, zeigt sich aber im Schrattenkalk der *Weissfluh* (südlich ob der *Stoos*-strasse, wo diese in den Wald führt) nochmals.

Weiter östlich erscheint der ganze Mittelschenkel in einer Bachschlucht südlich *Oberdorf* (bei *Ober-Schönenbuch*) bei 750 m. Leider ist diese Stelle schlecht zugänglich, doch konnte ich feststellen, von unten:

1. Zirka 70 m. Seewerschiefer; Flysch ähnlich; gleiches Gestein wie im *Klingentobel* und bei *Schönenbuch*. Von 630 m. bis 700 m. Liegt wohl doppelt. Schichtung 10—15° SSE fallend; starkes Clivage fällt 28° SSE.
2. 6—8 m. Seewerkalk, stark verquetscht; Übergang in 1 ziemlich rasch.
3. 15 m. Gault.
4. Zirka 50 m. Schrattenkalk.

Lagerung flach, bis 10° SSE fallend, im einzelnen sehr unregelmässig.

Ostwärts ausserhalb des Tobels tritt der Mittelschenkel noch ein Stück weit zu Tage. (Seewerkalk; sehr schön und gut erhaltenes Gestein, wenig sichtbar; Gault-Echinodermenbreccie, zirka 7 m.; Schrattenkalk auffallend dünn, bloss 7 m.; darauf Neocom [7 m.] und Kieselkalk. Fallen 28° SE [nicht SSE].)

Dann aber fehlt der Mittelschenkel, wie überhaupt die Andeutung einer Mulde, bis zum Nordhang des *Stooshorns*, wo ein Stück der Mulde klebt. (Vgl. *Heim* [1891], p. 45.) Es enthält ausser Schrattenkalk und Gault auch noch etwas Seewerkalk und -schiefer. Wie oben (p. 44) dargetan wurde, erklärt sich

dieser auffallende Unterbruch und die Höhendifferenz im Verlauf der Mulde durch eine ungefähr N—S streichende Flexur, welche das Axensteingewölbe und die Morschacher-Mulde durchsetzt. Infolge dieser Flexur kamen die westlichen Partien der Mulde (S *Oberdorf*) tief zu liegen, so dass die in ihrem Kern enthaltenen Seewerschiefer in bedeutender Menge erhalten blieben. Die östlich der Flexur, also hochgelegene Fortsetzung der Mulde wurde bis auf den Rest am Nordabhang des *Stooshorns* bis auf den Kieselkalk hinunter abgetragen. Im orographischen Bild kommt die Flexur innerhalb des Axensteingewölbes stark zum Ausdruck, nicht aber in der Morschacher-Mulde.

Die weitere Fortsetzung der Mulde zieht durch das *Klingentobel*. Die *Muota* fliesst, bevor sie in die Schlucht hinabstürzt, über Gault-Echinodermenbreccie (40° NE fallend), dann über Schrattenkalk; der Seewerkalk und -schiefer, der bei der *Klingentobel*brücke am Bach ansteht, ist von der *Muota* durchschnitten worden. Er erreicht mit seiner Muldenbiegung das Flussbett nicht. Auffallenderweise ist von einem verkehrt gelagerten Neocom oder einer Abbiegung in demselben hier nichts zu sehen.

Der Verlauf der Morschacher-Mulde wurde von *Heim* (loc. cit.) zum erstenmal richtig dargestellt. Auch *Escher* hatte die Partie des Abhangs des *Stooshorns* gegen die *Muota*schlucht mit dem Fetzen der Mulde ganz richtig gezeichnet; er spricht sich aber, soweit ich nachgelesen habe, in den Tagebuchnotizen nirgends über den Zusammenhang und seine Auffassung aus.

Brüche in der Umgebung von Morschach.

1. Bruch (Fig. 17). Östlich des Hôtels *Axenfels*. Er streicht ungefähr N—S Die Bruchfläche ist nicht zu sehen, doch kann man mit Sicherheit einen Bruch annehmen, denn bei horizontaler Schichtlage liegt an der Strasse beim Hôtel *Axenfels* Schrattenkalk, und in der gleichen Höhe, nur wenige Schritte östlich, ellipsoidischer Gault. Von den 20 m. Echinodermenbreccie ist nichts zu sehen. Der östliche Teil ist also um zirka 20 m. gesunken.

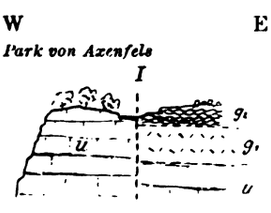


Fig. 17.

Der Bruch streicht noch weit gegen N und NE (östlich des Hügels bei *Axenstein* vorbei und nordöstlich abwärts bis zum *„Mütetschi“*, wo wiederum Schrattenkalk und ellipsoidischer Gault aneinanderstossen).

2. Bruch. (Siehe Fig. 18.) In nordöstlicher Richtung durch das Dorf *Morschach* streichend. Die Bruchfläche konnte ich nirgends sehen. Bei hori-

zontaler Schichtlage findet man südwestlich *Morschach,* am Weg, der an die *Axsentrasse* hinunter (nach „*Ort*“) führt, Gault in den Wiesenflächen. Daraus erhebt sich ein SW—NE ziehendes Schrattenkalkwändchen, normal bedeckt von Gault, auf dem *St. Franziskus* steht. Die nordwestliche Partie Gault liegt etwa 35 m. tiefer als die südöstliche. Über die Stellung der Bruchfläche (eine solche darf gewiss angenommen werden) kann ich nichts sagen. Im Wiesentälchen nordöstlich von *Morschach* taucht nochmals ein wenig Schrattenkalk auf (bei den letzten Häuschen), während westlich davon im gleichen Niveau oder sogar etwas tiefer Gault ansteht.

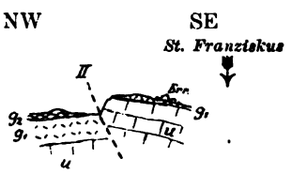


Fig. 18.

3. Bruch. Überschiebung. Jedermann wird die kleine Felswand auffallen, die von der *Stoos*strasse her in süd-südöstlicher Richtung unter *Degenbalm* und östlich ob *St. Franziskus* und weiter gegen SSE durchzieht. An der *Stoos*strasse besteht sie aus Schrattenkalk (mit wenigen Requienien), darüber liegt normal Echinodermenbreccie und ellipsoidischer Grünsandkalk, ebenso am *Lauibach,* wo etwas südlicher noch ein wenig Seewerkalk auf dem Gault liegt. Die Schichten fallen 10—15° SE.

Dort, am *Lauibach* (Fig. 19), kann man konstatieren, dass unter dem Schrattenkalk wieder Echinodermenbreccie folgt; zuunterst liegt eine Bank kieseligen, graugrünen Kalkes, die in der Echinodermenbreccie eingeschaltet ist, und nicht etwa dem ellipsoidischen Grünsandkalk entspricht; also ist die Lagerung normal (nicht etwa verkehrt). Verfolgt man diese unter dem Schrattenkalk liegende Echinodermenbreccie nach N und nach S, so tritt darunter normal wieder Schrattenkalk zu Tage, der nordwestlich abgeschnitten wird von obigem Bruch 2. Die Bruchfläche von Bruch 3 ist nur am *Lauibach,* und zwar nur schlecht zugänglich. Sie fällt nach ESE ein, aber nur wenig (zirka 10°). Man hat es also hier mit einer kleinen Überschiebung zu tun, deren Überschiebungsfläche NNE—SSW streicht und zirka 10° (in den obersten Partien) gegen ESE fällt. Die vertikale Sprunghöhe ist wohl etwas verschieden; im S zirka 50 m., im N (an der *Stoos*strasse) 60—80 m. Die vertikalen Sprunghöhen von Bruch 2 und Überschiebung (3) betragen zusammen 80 m. *(Degenbalm-Morschach)* bis 110 m. (an der *Stoos*strasse). Vgl. Fig. 20 und 21.

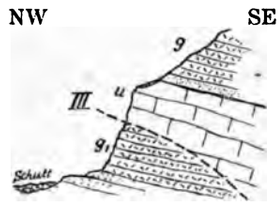


Fig. 19. Am Lauibach östlich ob St. Franziskus.

Über die Strasse nach dem *Stoos* hinaus weiter nach N und NE konnte ich von Bruch 2 und Überschiebung (3) nichts mehr Bestimmtes sehen. Durch diese kleine Überschiebung wird die Morschacher-Mulde eigentlich zweigeteilt.

dieser auffallende Unterbruch und die Höhendifferenz im Verlauf der Mulde durch eine ungefähr N—S streichende Flexur, welche das Axensteingewölbe und die Morschacher-Mulde durchsetzt. Infolge dieser Flexur kamen die westlichen Partien der Mulde (S *Oberdorf*) tief zu liegen, so dass die in ihrem Kern enthaltenen Seewerschiefer in bedeutender Menge erhalten blieben. Die östlich der Flexur, also hochgelegene Fortsetzung der Mulde wurde bis auf den Rest am Nordabhang des *Stooshorns* bis auf den Kieselkalk hinunter abgetragen. Im orographischen Bild kommt die Flexur innerhalb des Axensteingewölbes stark zum Ausdruck, nicht aber in der Morschacher-Mulde.

Die weitere Fortsetzung der Mulde zieht durch das *Klingentobel*. Die *Muota* fliesst, bevor sie in die Schlucht hinabstürzt, über Gault-Echinodermenbreccie (40° NE fallend), dann über Schrattenkalk; der Seewerkalk und -schiefer, der bei der *Klingentobel*brücke am Bach ansteht, ist von der *Muota* durchschnitten worden. Er erreicht mit seiner Muldenbiegung das Flussbett nicht. Auffallenderweise ist von einem verkehrt gelagerten Neocom oder einer Abbiegung in demselben hier nichts zu sehen.

Der Verlauf der Morschacher-Mulde wurde von *Heim* (loc. cit.) zum erstenmal richtig dargestellt. Auch *Escher* hatte die Partie des Abhangs des *Stooshorns* gegen die *Muota*schlucht mit dem Fetzen der Mulde ganz richtig gezeichnet; er spricht sich aber, soweit ich nachgelesen habe, in den Tagebuchnotizen nirgends über den Zusammenhang und seine Auffassung aus.

Brüche in der Umgebung von Morschach.

1. Bruch (Fig. 17). Östlich des Hôtels *Axenfels*. Er streicht ungefähr N—S Die Bruchfläche ist nicht zu sehen, doch kann man mit Sicherheit einen Bruch annehmen, denn bei horizontaler Schichtlage liegt an der Strasse beim Hôtel *Axenfels* Schrattenkalk, und in der gleichen Höhe, nur wenige Schritte östlich, ellipsoidischer Gault. Von den 20 m. Echinodermenbreccie ist nichts zu sehen. Der östliche Teil ist also um zirka 20 m. gesunken.

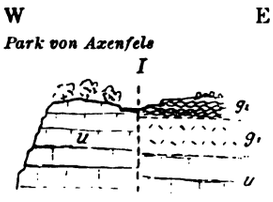


Fig. 17.

Der Bruch streicht noch weit gegen N und NE (östlich des Hügels bei *Axenstein* vorbei und nordöstlich abwärts bis zum „*Mütetschi*“, wo wiederum Schrattenkalk und ellipsoidischer Gault aneinanderstossen).

2. Bruch. (Siehe Fig. 18.) In nordöstlicher Richtung durch das Dorf *Morschach* streichend. Die Bruchfläche konnte ich nirgends sehen. Bei hori-

zontaler Schichtlage findet man südwestlich *Morschach*, am Weg, der an die *Axsentrasse* hinunter (nach „*Ort*“) führt, Gault in den Wiesenflächen. Daraus erhebt sich ein SW—NE ziehendes Schrattenkalkwändchen, normal bedeckt von Gault, auf dem *St. Franziskus* steht. Die nordwestliche Partie Gault liegt etwa 35 m. tiefer als die südöstliche. Über die Stellung der Bruchfläche (eine solche darf gewiss angenommen werden) kann ich nichts sagen. Im Wiesentälchen nordöstlich von *Morschach* taucht nochmals ein wenig Schrattenkalk auf (bei den letzten Häuschen), während westlich davon im gleichen Niveau oder sogar etwas tiefer Gault ansteht.

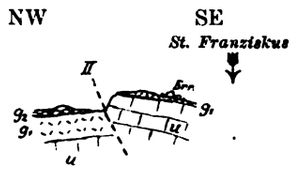


Fig. 18.

3. Bruch. Überschiebung. Jedermann wird die kleine Felswand auffallen, die von der *Stoos*strasse her in süd-südöstlicher Richtung unter *Degenbalm* und östlich ob *St. Franziskus* und weiter gegen SSE durchzieht. An der *Stoos*strasse besteht sie aus Schrattenkalk (mit wenigen Requienien), darüber liegt normal Echinodermenbreccie und ellipsoidischer Grünsandkalk, ebenso am *Lauibach*, wo etwas südlicher noch ein wenig Seewerkalk auf dem Gault liegt. Die Schichten fallen 10—15° SE.

Dort, am *Lauibach* (Fig. 19), kann man konstatieren, dass unter dem Schrattenkalk wieder Echinodermenbreccie folgt; zuunterst liegt eine Bank kieseligen, graugrünen Kalkes, die in der Echinodermenbreccie eingeschaltet ist, und nicht etwa dem ellipsoidischen Grünsandkalk entspricht; also ist die Lagerung normal (nicht etwa verkehrt). Verfolgt man diese unter dem Schrattenkalk liegende Echinodermenbreccie nach N und nach S, so tritt darunter normal wieder Schrattenkalk zu Tage, der nordwestlich abgeschnitten wird von obigem Bruch 2. Die Bruchfläche von Bruch 3 ist nur am *Lauibach*, und zwar nur schlecht zugänglich. Sie fällt nach ESE ein, aber nur wenig (zirka 10°). Man hat es also hier mit einer kleinen Überschiebung zu tun, deren Überschiebungsfläche NNE—SSW streicht und zirka 10° (in den obersten Partien) gegen ESE fällt. Die vertikale Sprunghöhe ist wohl etwas verschieden; im S zirka 50 m., im N (an der *Stoos*strasse) 60—80 m. Die vertikalen Sprunghöhen von Bruch 2 und Überschiebung (3) betragen zusammen 80 m. *(Degenbalm-Morschach)* bis 110 m. (an der *Stoos*strasse). Vgl. Fig. 20 und 21.

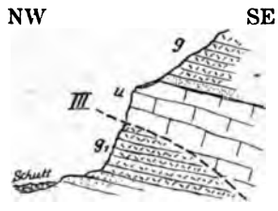


Fig. 19. **Am Lauibach östlich ob St. Franziskus.**

Über die Strasse nach dem *Stoos* hinaus weiter nach N und NE konnte ich von Bruch 2 und Überschiebung (3) nichts mehr Bestimmtes sehen. Durch diese kleine Überschiebung wird die Morschacher-Mulde eigentlich zweigeteilt.

Ausser diesen drei Brüchen lassen sich noch andere, kleinere zum Teil beobachten, zum Teil bloss vermuten. So dürfte ein E—W streichender Bruch nördlich des Dorfes *Morschach* durchgehen, denn der ellipsoidische Grünsandkalk liegt auf der Höhe beim „*Druidenstein*“ bei 766 m., und unten, gleich östlich und westlich des Dorfes an der Strasse, bloss bei 650 m. Doch ist eben der Gaultboden mit Vegetation und Erraticum bedeckt, so dass zu wenig Aufschlüsse vorhanden sind. — Ferner befindet sich ein kleiner Bruch bei der Kapelle von *Axenstein;* er streicht E—W, Echinodermenbreccie (im S), stösst horizontal an Schrattenkalk (im N).

NW SE

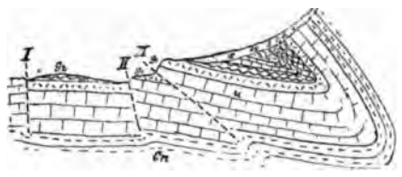


Fig. 20. **Querprofil durch die Morschacher-Mulde, nordöstl. von Morschach.** 1 : 20,000.
Schematisiert und hypothetisch ergänzt.

Vielleicht ist noch ein Bruch in der Gegend von *St. Franziskus* vorhanden, der mit Bruch 2 parallel läuft und gleichen Sinn hat, u. a.

Man sollte erwarten, dass diese Brüche wenigstens zum Teil an der Wand gegen den *Urnersee* deutlich zu sehen wären. Dies ist aber nicht der Fall. Bloss die Überschiebung (3) äussert sich in einer schiefen Unterbrechung der

N S

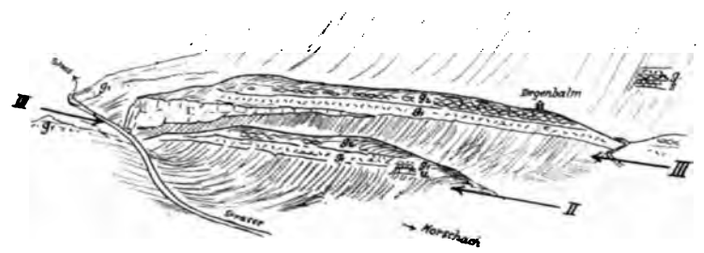


Fig. 21. **Ansicht der Gegend NE Morschach von W gesehen.**
I = Bruch 1. II = Bruch 2. III = Überschiebung (3).

Felswand und vielleicht einer leichten Biegung im Neocom. Da, wo der Bruch 2 ausstreichen sollte, ist ein breiter Unterbruch in der Schrattenkalkwand. Ein Weg führt dort hinunter, doch konnte ich nichts Genaueres erkennen. Südlich dieser Bresche in der Wand, also zwischen Bruch 2 und der Überschiebung (3), kann man aus der Ferne eine schief nach S oder SE fallende Bruchfläche erkennen, doch erscheint die Partie südlich des Bruchs gesunken; auf der Fläche der Terrasse (also bei *St. Franziskus*) fiel mir nichts auf, was auf einen solchen Bruch deuten könnte. Oder sollte etwa der Bruch 1 den Bruch 2 gekreuzt haben und auf diese Weise südlich des letzteren an der Wand ausstreichen?

Alle diese Brüche und auch die bedeutende Flexur westlich des Giebels vermochten nicht, das Faltenbild zu stören. Die Niveaudifferenzen, die durch Brüche erzeugt wurden, sind unvergleichlich viel geringer als diejenigen, die durch die Faltung entstanden sind. Die Brüche sind gegenüber den Falten ganz untergeordnete Erscheinungen, wie wir auch später noch wiederholt sehen werden. Nirgends scheert ein Bruch eine Falte ab. Ihrem Alter nach fallen sie in die letzte Phase der Faltung, wo Horizontalschub zunächst noch zeitweise wirkte und kleine Überschiebungen verursachte. Die Pression mochte aber nachgelassen haben, die Belastung durch teilweise Erosion des darüberliegenden Gesteins mehr oder minder aufgehoben sein. So konnte es dann wohl vorkommen, dass die zu Falten aufgestauten Schichten unter den neuen und infolge der Erosion stets wechselnden Spannungsverhältnissen etwas in sich zusammensanken, unter alleiniger Wirkung der Schwerkraft, da der Horizontalschub aufgehört hatte. In den spröden Kalkgesteinen mochten sich unter solchen Umständen derartige Vertikalbewegungen in Brüchen äussern, in den plastischeren Mergeln und Tonschiefern dagegen ohne Bruch ausgleichen.

4. Das Frohnalpstockgewölbe.

Dies ist das höchste und grösste Gewölbe des Gebietes. Jenseits des *Urnersees* bildet es den *Niederbauen*, gegen Osten setzt es sich in der *Fallenfluh* fort. Wie schon bemerkt wurde, ist das Gewölbe schief gestellt; es ist nach NW überliegend. Der südöstliche Gewölbeschenkel fällt im Maximum 45° gegen SE, der Nordwestflügel ist übergekippt und fällt mit verkehrter, an Mächtigkeit reduzierter Schichtfolge mit 50—70° gegen SE ein. (Über den Mittelschenkel vgl. p. 45.)

In seinem Streichen fällt das Gewölbe vom *Frohnalpstock* bis zum *Stooshorn* zirka 16 %, von da zur *Fallenfluh* mit 4 %. Am *Frohnalpstock* ist die Gewölbebiegung im Schrattenkalk bis auf eine leichte Abbiegung der Schichten gegen NW abgewittert. Im Kieselkalk (Valangien) kann man an der Strasse *Morschach-Stoos* die Umbiegung sehen, die sich in diesen Schichten mit vielen Unregelmässigkeiten vollzieht. Am *Stooshorn* ist die Biegung im Schrattenkalk bis auf Weniges erhalten, in der *Fallenfluh*, jenseits des *Muotathals*, vollständig. Dort ist das ganze Gewölbe weniger accentuiert; der Mittelschenkel ist nur noch wenig über senkrecht[1]). Weiter östlich taucht das ganze Gewölbe unter

[1]) Vgl. die Schilderung dieses Gewölbes in *Heim* (1891), p. 46, welcher die wesentlichen Punkte entnommen sind.

der *Roggenstock*-Klippe unter und zeigt dort eine gegen Osten immer deutlicher werdende Doppelung der Gewölbebiegung. (Vgl. *Quereau*, 1893.)

Das Dach des *Frohnalpstocks* wird in der Hauptmasse von Schrattenkalk gebildet; darüber folgt, aber nicht überall ganz erhalten, ein mächtiger Gault (hauptsächlich braun anwitternde Echinodermenbreccie). Der Seewerkalk ist nur in einem schmalen Streifen, der vom *Furggelenpass* bis nahe zum höchsten Punkt des Berges (1922 m.) reicht, und ausserdem noch in ein paar kleinen Flecken von der Abwitterung verschont geblieben.

Von besonderem Interesse sind die auf dem Bergrücken vom *Stoos* bis zum Gipfel vorkommenden Brüche.

Gleich am Abhang SW *Stoos*, wo der Weg nach dem *Frohnalpstock* zu steigen beginnt, trifft man ein paar kleinere Brüche. Ein schmales Schrattenkalkriff tritt dort unvermittelt aus der braunen Echinodermenbreccie zu Tage und zieht sich ein Stück weit den Abhang hinan.

Der erste bedeutendere Bruch erscheint auf der Bergfläche westlich *Punkt 1406*. Schrattenkalk (mit Wald besetzt) stösst dort an Gault-Echinodermenkalk (Alpweide). Das Streichen des Bruches ist von der Nordwand des Berges an zirka 250 m. weit S 19—20° E. Gegen das *Frohntal* hin biegt er gegen S um und lässt sich an der plötzlichen Grenze des Schrattenkalks (östlich) gegen den Gault (westlich) noch weiter erkennen. Er endigt an der Verlängerung des zweiten grössern Bruches. Die Bruchfläche konnte ich hier, wie auch leider bei den zwei folgenden Brüchen, nirgends unmittelbar sehen, so dass mir ihr Fallen nicht bekannt ist und ich nicht weiss, ob irgendwelche transversale Bewegungen vorhanden waren, oder ob es reine Vertikalbrüche sind. Der genannte Bruch kommt an der Nordwand schon zum Ausdruck, doch undeutlich. Die Schichten fallen in der Nachbarschaft des Bruches 30—50° ENE, dann E, schliesslich gegen das Frohntal SE. Die Schichten westlich des Bruches sind abgesunken. Die Sprunghöhe mag etwa 30 m. betragen.

Eine zweite Bruchlinie macht sich SE *Bärentros* und bei der *Mettlershütte* durch plötzlichen Gesteinswechsel auf der Fläche des Berges bemerkbar. Der Bruch streicht S 40° E. Unterster Gault und oberstes Aptien SW des Bruches stossen an mittleren Schrattenkalk (spärliche Requienien) NE des Bruches. Also liegt auch hier der SW-Schenkel tiefer. Die Sprunghöhe beträgt bloss etwa 15—20 m. In der Nähe des Bruches fallen die Schichten steiler als sonst, was auf etwelche Schleppung deutet. Die Bruchfläche ist weder auf der Alp noch am Abhang gegen N (Bärentros) entblösst. Ihr Fallen ist mir daher nicht bekannt. Doch glaube ich aus dem Anblick aus der Ferne annehmen zu dürfen, dass sie gegen NE einfällt. Auch dieser Bruch kann bis

ins *Frohntal* verfolgt werden. SE der *Mettlershütte* trennt er, ziemlich genau W—E streichend, SE fallenden obern Schrattenkalk (N des Bruches) von Gault (S des Bruches). Dann zieht er sich, nach der Form des Terrains zu schliessen, durch den Gault in Alpweiden mehr gegen SE hinab ins *Frohntal,* in der untersten Partie Schrattenkalk (NE) von Gault-Echinodermenkalk (W) trennend. Die präzise Bruchfläche ist aber stets mit Schutt und Vegetation verhüllt.

Zwischen dem erst- und dem zweitgenannten Bruch glaube ich an der Nordwand des Berges noch zwei nicht unbedeutende Brüche von oben herab gesehen zu haben, doch ist dort nicht zuzukommen. Der Anblick von unten ist ganz ungünstig, und nahe gegenüberliegende Berge sind nicht vorhanden. Die Schichten (Aptien bis Gault) fallen am obern Rand der Wand 35—60° NNE bis NE, wo die Brüche sich als zwei breite, schief gegen N hinab sich ziehende Unterbrüche im Fels äussern. Auf der Bergfläche, die dort sehr wenig Anstehendes durchblicken lässt, kommen diese Brüche nicht zum Ausdruck.

Ein dritter bedeutender Bruch erscheint bei der Hütte bei 1784 m. Er streicht ziemlich genau NW—SE; Schrattenkalk (NE) stösst auf der Bergfläche mit Gault und Aptien (SW) zusammen. Die Sprunghöhe beträgt etwa 30—40 m. An der Nordwand, wo der Bruch ausstreicht, ist schwer ins klare zu kommen, da dort mehrere parallele Brüche aus der Ferne zu sehen sind, die zum Teil verschiedenen Sinn haben. Am Fussweg, der etwas mehr südwestlich durch die Wand nach der Alp *Au* hinabführt, trifft man auch Brüche, und zwar in der sogenannten oberen „*Kelle*" eine Bruchfläche, die N 58° W streicht mit 18—24° SW-Fall, und deutliche Rutschstreifen in der Fallrichtung zeigt. In der untern *Kelle* mass ich an einer Bruchfläche N 45° W-Streichen und 70° SW-Fall, ebenfalls mit Rutschstreifen in der Fallrichtung. In beiden Fällen ist der Sinn der Verwerfung nicht sicher zu ermitteln, da kein Gesteinswechsel sich zeigt. Beim obern Bruch ist vielleicht sogar entgegen dem Hauptbruch die Partie nordöstlich der Bruchfläche abgesunken, wie man aus einer zweifelhaften Schleppung schliessen kann.

Die drei genannten wichtigen Brüche sind gegenüber dem *Frohnalpstockgewölbe* Querbrüche, der zweite und dritte ziemlich reine, der erste in seiner Fortsetzung gegen S ein schiefer. Bei allen dreien ist die Partie westlich des Bruches abgesunken, wie sich aus dem Gesteinwechsel auf dem Dach des Gewölbes und auch aus dem Anblick aus der Ferne erkennen lässt. Das ganze Gewölbe sinkt in seinem Streichen gegen ENE, wie schon oben angegeben wurde, vom *Frohnalpstock* zum *Stoos* hinab mit 16%. Die Verwerfungen sind gegenüber dem Fallen des Gewölbes widersinnig, sie heben einen Teil des Gefälles auf. Die Schichten im Scheitel des Gewölbes,

d. h. der Gewölbescheitel selbst zwischen den Brüchen, fallen steiler als das Gewölbe im allgemeinen. Mit andern Worten: Ohne die Brüche wäre das allgemeine Gefälle des Gewölbes vom *Frohnalpstock* bis zum *Stoos* grösser, nicht bloss 16 %, sondern etwa 35 % (nach Konstruktion).

Ähnliche gegenüber einem sinkenden Gewölbe widersinnige Brüche beschreibt auch *Quereau* (1893) aus der *Iberger* Gegend.

Diese Brüche sind entweder nach der Hauptfaltung oder in deren allerletzter Phase entstanden, denn sie reihen sich ganz in das Faltenbild ein. Zu beiden Seiten der Brüche ist die Gewölbeform, soweit sich konstatieren lässt, die gleiche.

Am Gipfel des *Frohnalpstocks* findet sich eine sehr interessante Überschiebung, und im Zusammenhang damit weitere merkwürdige Komplikationen im Bau des Gewölbescheitels. Steigt man von N her durch die Schrattenkalkwand (auf dem Weg durch die sogenannten *Kellen*) hinauf, so hat man bis wenig unterhalb der Dachfläche des Berges normale Verhältnisse vor sich. Die Schichten sind ziemlich horizontal oder mehr nördlich schon etwas gegen NW geneigt. Man gelangt durch den schiefrigen obern Schrattenkalk (Aptien) in den Gault, trifft auch noch an einer Stelle mehr südlich, unterhalb des Wirtshauses, etwas normalen Seewerkalk, darüber aber (also meistens auf dem Gault) jedoch wiederum Schrattenkalk. Gegen unten ist er an einer Überschiebungsfläche abgeschnitten (vgl. Taf. I, Fig. 5). Diese streicht und fällt ziemlich verschieden an den verschiedenen Stellen, wo sie zugänglich ist. (So mass ich am südlichsten Punkt, Schrattenkalk auf Seewerkalk gestossen, 40° S 15° E-Fallen, weiter nördlich aber bloss 5—10° Fall, gegen E 15—20° S. Streifen waren zu sehen, die SE—NW, also nicht genau in der Fallrichtung verliefen. Noch mehr nördlich mass ich Streichen: N 35°—60° E, Fallen: 10—20° SE.) Im allgemeinen ist also hier Schrattenkalk an einer zirka NE (auch hie und da NNE) streichenden und zirka 40° SE fallenden Fläche auf Gault und an einer Stelle sogar auf Seewerkalk überschoben. Diese Überschiebungsfläche verläuft im Streichen des Gewölbes. Der überschobene Teil wurde von SE her gestossen und hängt über den Gipfel und gegen SW hin mit dem normalen Gewölbeschenkel zusammen. Der überschobene Schrattenkalk erscheint, von N her angefangen, zuerst NW der Hütte 1784 m., zirka 500 m. NE des Wirtshauses, zieht sich dann gegen S, auf Gault liegend und ein paar weisse Felsköpfe bildend, verschwindet unterhalb des Gipfels, wo dann offenbar der Gault zweimal aufeinanderliegt. Weiter südlich erscheint wieder Schrattenkalk, und die Überschiebungsfläche geht, schon längst nicht mehr zugänglich, in einer breiten Felsnische durch den unterlie-

genden Schrattenkalk hinab. Dieses Verhalten kann gut aus der Ferne gesehen werden (vgl. Fig. 22). Weiter gegen N, über den Bruch bei 1784 hinaus in den Schrattenkalk hinein, ist die Fortsetzung der Überschiebung sehr fraglich.

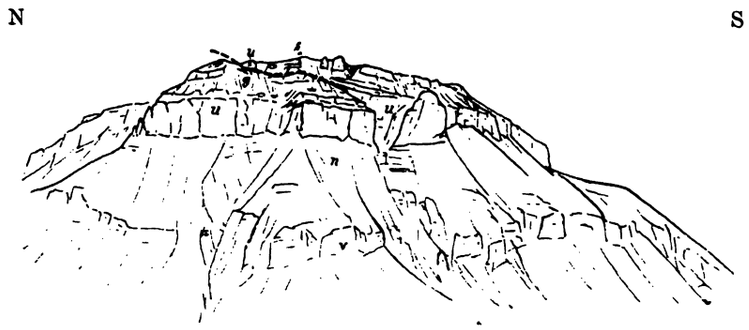


Fig. 22. **Der Frohnalpstock (1922) von W (von Seelisberg, Bellevue) gesehen.** ——— Überschiebung.

Man erwartet nun, dass auf diesem überschobenen Schrattenkalk (bei Punkt 1857 gut zugänglich) normal Gault und Seewerkalk folgen. Dem ist aber nicht so. Bei oberflächlicher Betrachtung scheint es allerdings, von Punkt 1784 und 1804 aus gesehen, dass südlich an den genannten Schrattenkalk gleich die Hauptmasse des Gaults anstosse, der die Bergkuppe in der Hauptsache aufbaut. Geht man aber an Ort und Stelle, so findet man zu seinem Erstaunen an den Schrattenkalk angeschmiegt 50—60 ° NE fallenden, stark marmorisierten Seewerkalk (zirka 1 m. mächtig). Die dem Schrattenkalk abgekehrten Partien sind gut erhaltenes, weniger stark mechanisch beeinflusstes Gestein. Südöstlich darauf folgt erst stark calcitischer, dann normaler, braun anwitternder Gaultkalk, ungefähr horizontal gelagert, ohne deutliche Abbiegung gegen den Seewerkalk; doch war auch keine besondere Rutschfläche entblösst. Verfolgt man diesen Seewerkalk gegen S, so sieht man, wie sein Streichen sich gegen S und SSW wendet und wie das Fallen stark wechselt, wie er bald senkrecht steht, schliesslich gegen NNW einfällt. Zwischen dem Seewer- und Schrattenkalk stellt sich, wie im ersten Versickerungsloch 200 m. nördlich des Wirtshauses zu sehen ist, zirka 60 cm. Gault ein. SE des Seewerkalkes folgen nach geringem Unterbruch durch Vegetation gleich Echinodermenkalk des Gault und sogar bald schon Aptien ungefähr horizontal. Zwischen Punkt 1857 und 1911 m. fällt nochmals ein heller Felskopf auf, bestehend in der Hauptsache aus Schrattenkalk, der über Gault liegt (vgl. Taf. I, Fig. 8). SE daran legt sich wiederum arg verquetschter Seewerkalk (der Gault fehlt also dazwischen); die Grenzfläche streicht N 35 ° E und fällt 85 ° gegen SE, also viel stärker als die Überschiebungsfläche unter

dem Schrattenkalk. Dieser Seewerkalk biegt gegen oben deutlich um den Schrattenkalk herum, ohne dass Gault dazwischen erscheint, fällt auf der W-Seite des Felskopfes 12—35 ° S 20 ° W bis S und vereinigt sich bis auf einen geringen Unterbruch südlich des genannten Felskopfes (W unter Punkt 1911) mit demjenigen Seewerkalk, der dort unter dem überschobenen Schrattenkalk und normal auf Gault liegt. Der Anschluss dieses den Schrattenkalkkopf umhüllenden Seewerkalks an den Gault der überschobenen, höhern Partie, die den Gipfel bildet, ist nirgends entblösst. Der Gault scheint wenig von diesen Komplikationen beeinflusst worden zu sein, denn er liegt ungefähr horizontal oder fällt schwach gegen SE oder NW. Der unter dem überschobenen Schrattenkalk liegende Gault fällt stellenweise ziemlich stark (bis 40 °) gegen NNW.

Wie diese Verhältnisse erklären? Fast zuoberst auf dem Berge stehen und den am meisten marmorisierten Seewerkalk vor sich haben! Mann kann zunächst an eine kleine Einfaltung im überschobenen Teil denken, an eine enge Seewerkalkmulde. Dann ist aber nicht verständlich, warum der normale Muldenschenkel (der Gault und Seewer SE auf dem Schrattenkalk) so stark ausgequetscht wurde, und warum sich der Seewerkalk mit der Entfernung vom Schrattenkalk zusehends erholt. Ferner müsste der Gault doch gewiss irgendwelche Abbiegung gegen diese Mulde zeigen, was ich aber nicht sah. Ganz unverständlich wäre auch die Umhüllung des Schrattenkalkkopfes mit Seewerkalk und die Verbindung dieses letztern mit dem unterliegenden Seewerkalk, ohne dass zwischen Schratten- und Seewerkalk sich Gault einstellt. Ich denke mir folgende Möglichkeit. Der von SE nach NW vorgestossene Schrattenkalk mit normal aufliegendem Gault schürfte von seiner Unterlage den Seewerkalk streckenweise auf und umhüllte seine Stirn stellenweise ganz damit. Nur so kann ich mir das Fehlen des Gaults zwischen Seewer- und Schrattenkalk erklären. Überdies muss man dann noch annehmen, dass der Gault, der vom zugehörigen Schrattenkalk durch den sich eindrängenden Seewerkalkkeil getrennt erscheint, eine kleine obere Schuppe bildet. So kann man den vorhandenen Tatsachen gerecht werden, doch muss man bedenken, dass die Verwitterung vielleicht gerade mit dieser Erklärung nicht Übereinstimmendes entfernt haben mag. Was ferner alles an diesen Komplikationen an überliegenden Massen beteiligt sein mochte (Klippen), entzieht sich jeglicher Vermutung, doch muss entschieden grosse Belastung angenommen werden.

Diese Überschiebung und weitere Komplikation dürfte sich wohl während der Faltung, vielleicht in der zweiten Hälfte gebildet haben, denn der Schub von SE her musste noch bedeutend gewesen sein.

Auffallend ist eine ähnliche Erscheinung in der Fortsetzung des Gewölbes in der Basis des *Roggenstockes* bei *Iberg* (vgl. *Quereau*, 1893). Dort erscheint das Gewölbe zunächst durch eine Faltenüberschiebung gedoppelt, die gegen SW mehr und mehr in eine Überschiebung übergeht. Auch am *Niederbauen* zeigt sich ein entsprechender Bruch, dessen Bruchfläche aber gegen N einfällt. Damit soll aber durchaus nicht gesagt sein, dass der Bruch am *Niederbauen*, die Überschiebung am *Frohnalpstockgipfel* und die Überschiebung am *Roggenstock* in Verbindung zu bringen wären. Dies sind nur ähnliche Erscheinungen in ähnlicher Lage.

5. Die Furggelenpass-Mulde.

(Taf. I, Fig. 1—3 und 7.)

Diese Mulde ist durch den Abhang des *Frohnalpstocks* gegen *Sisikon* schief angeschnitten worden (vgl. Taf. I, Fig. 1). Der nordwestliche Schenkel senkt sich leicht geschwungen herab (bis 45° steil), verflacht sich eine Strecke weit, biegt dann plötzlich in den ein wenig gegen NW übergeneigten südöstlichen Schenkel über, der nur wenig reduziert ist. (= Mittelschenkel zwischen Furggelenpass-Mulde und Hauserstockgewölbe.)

Die Muldenbiegung zwischen *Ober-* und *Niederbauen* entspricht dieser Mulde (vgl. *Heim*, 1891, Taf. III, Fig. 3).

Vom *Furggelenpass* gegen ENE sinkt die Mulde in ihrem Streichen zirka 14,4 %. Während die untere Schrattenkalkgrenze am *Furggelenpass* bei 1400 m. liegt, erreicht sie im *Muotathal* bei *Ried* (590 m.) den Talboden. Sie fällt etwas schwächer als das Frohnalpstockgewölbe. Gegenüber *Ried* im *Muotathal* lässt sich die Umbiegung der Schichten deutlich erkennen (Furggelenpass-Mulde, vertikaler Mittelschenkel [zirka 240 m. hoch], und Hauserstockgewölbe). (Vgl. Taf. I, Fig. 3 rechts.)

Am *Furggelenpass* enthält diese Mulde als jüngste Schichten Seewerschiefer mit einzelnen eingelagerten Wangschieferplatten (vgl. p. 29). Weiter gegen NE (südlich vom *Stoos*, Punkt 1408) führt sie viel Wangschiefer, gemäss dem tieferen Absinken der Mulde. Darunter folgen, am *Stoosbach* aufgeschlossen, Seewerschiefer, Seewerkalk, Gault und Schrattenkalk des nordwestlichen Muldenschenkels. Der *Stoosbach* fliesst schon in der Gegend des sogenannten *Unter-Stoos* im Schrattenkalk unten, während zu beiden Seiten der Schlucht Gault und Erraticum die Oberfläche bilden. (An einer Stelle im Tobel liegt eine etwa 20 m. mächtige, gegen SW abgeschwemmte Moräne [mit Gesteinen aus dem *Bisithal*], herstammend vom einstigen *Muotathal*-Gletscher, die direkt auf Schrattenkalk

ruht. Daraus kann geschlossen werden, dass an dieser Stelle schon ein Tobel existierte, bevor die Moräne von dem grossen Gletscher hier abgelagert wurde.)

Im *Illgau* steigt die Mulde, wie auch das folgende Gewölbe, wieder etwas an, und ist erfüllt von Seewerschiefern, weniger Wangschiefern, die an einer kleinen Stelle noch von etwas Nummulitenkalk bedeckt sind (am rechten Bachufer, 500 m. NE der Kirche *Illgau*).

Der Mittelschenkel gegen das südlich folgende Hauserstockgewölbe besteht am *Furggelenpass* aus auf die Hälfte reduziertem Seewerkalk, fast gar nicht reduzierter Gault-Echinodermenbreccie und etwa um $^1/_4$ seiner Mächtigkeit reduziertem Schrattenkalk. Weiter gegen ENE ist er nur noch im Gault an ein paar Stellen deutlich zu sehen *(Frohntal)*.

Im *Illgau* kommen in dieser Mulde auch Brüche vor, die jedoch nicht genau zu fixieren waren. Zunächst einmal ein WNW — ESE streichender, $^1/_4$ Stunde N ob der Kirche. Der Seewerkalk der tiefern Partie von *Illgau* stösst gegen N auf der Fläche an Gault (mehr westlich) und an Wangschiefer (mehr östlich); allerdings mit Unterbrechung durch Schutt und Vegetation. Weiter nördlich taucht aus Seewer- und Wangschiefergelände mit NNW—SSE verlaufender Grenze, die aber nicht entblösst ist, westlich Schrattenkalk und Gault hervor. So interessant diese Brüche (?) sind, so wenig lässt sich wegen der reichlichen Vegetation machen.

6. Das Hauserstockgewölbe.

(Taf. I, Fig. 1—3.)

In Grösse und Form entspricht dieses Gewölbe der *Furggelenpass*-Mulde; es bildet mit ihr zusammen eine vollständige kleine Falte, eine S-förmige Schichtenbiegung mit wenig übervertikalem Mittelschenkel, die sowohl am *Hauserstock*, als auch, in etwas abgeschwächtem Masse, am linken Abhang des *Muotathales* gegenüber *Ried* gut zu sehen ist. Auf der rechten Talseite bei *Ried*, bei *Illgau*, hat sie bedeutend an Prägnanz abgenommen. Die Verflachung der Mulde und die Abschwächung des Gewölbes gehen Hand in Hand.

Gegenüber der Falte des Frohnalpstockgewölbes-Morschachermulde zeigt diese zweite Falte in diesem Gebiete viel kleinere Dimensionen. Beide Falten zusammen verlieren gegen ENE an Schärfe und Höhe; ihre Mittelschenkel richten sich auf. Aber dennoch bleiben sie in ihren Dimensionen, in der Masse der in Mitleidenschaft gezogenen Schichtenpartien sehr verschieden. Die Frohnalpstockfalte bleibt stets noch die viel mächtigere. Erst in viel grösserer Entfernung, nämlich jenseits der *Iberger* Klippenregion, im *Twäriberg, Biet* etc., kommen sich

die beiden Falten an Grösse ungefähr gleich. Es ist dies ein schönes Beispiel harmonischer Falten, wie *Heim* sie treffend bezeichnet.

In der Gewölbebiegung und im Gewölbeschenkel am *Hauserstock* kommen drei auffallende, kleine Längsbrüche vor. Die südöstlichen Flügel sind jeweilen tiefer gesunken, so dass das Absinken der Schichten vom Gewölbe gegen SE durch diese Brüche beschleunigt wird. Ihre Sprunghöhen messen 15 m. (bei den zwei nördlicheren gleich nach der Gewölbebiegung), 30 m. bei dem südlichsten Bruch. — Vom *Frohnalpstock* aus kann man im Seewerkalk des Nordgrates des *Hauserstockes* zahlreiche kleine, unbedeutende Querbrüche wahrnehmen. Auf der Alp *Firnboden* kommt ein etwas bedeutenderer Querbruch vor; er streicht NW—SE. Der südwestliche Flügel ist relativ gesunken. Gault stösst horizontal an Seewerkalk.

7. Die Mulde der Krautern-Alp.

(Vgl. Taf. I, Fig. 2 und 3.)

An das Hauserstockgewölbe schliesst sich südöstlich diese Mulde an. Sie ist breit und flach und ist von Wangschiefern und Nummulitengestein erfüllt. Die Schichten steigen aus ihr bald wieder allmählich gegen SE an und erreichen schliesslich in den höchsten Punkten 45—50° NNW-Fall. Tektonisch Interessantes findet sich hier wenig, wohl aber die auffallende Reduktion der Mächtigkeit der Schichten, die im stratigraphischen Teil ausführlich besprochen wurde.

Auch im *Illgau* folgt östlich der Fortsetzung des Hauserstockgewölbes eine deutliche Mulde, in der als Jüngstes Seewerschiefer und im östlichsten Teil des Gebietes noch Wangschiefer (in beträchtlicher Mächtigkeit gegen die *Heuberge* hinauf) liegen. Zwei deutliche Brüche konnte ich konstatieren, den einen am *Mettelbach* und westlich davon, den andern östlich *Gufla* (in Wirklichkeit mit Namen *Grossweid*). Der erstere streicht am Bach E 5° S mit 75—80° S-Fallen, weiter westlich dann ziemlich genau W—E; der letztere streicht in der Nähe der Häuser (*Gufla* der Karte) E 10—20° S, weiter östlich E 14° N mit 85° S-Fallen der Bruchfläche. An beiden Brüchen ist die Partie südlich davon abgesunken, beim erstgenannten um zirka 15 m., beim zweitgenannten um 10 m.

Südlich und südöstlich dieser Mulde folgt nun der mehr oder weniger plötzliche Erosionsabsturz gegen das *Riemenstaldental* und dessen östliche Verlängerung auf der *Muotathaler*-Seite. In normaler Lagerung findet man hier die Schichten (durchschnittlich mit 45° NW bis NNW-Fall) bis ins Berrias, ja sogar bis in die obersten Partien des Jura hinab entblösst. Darunter folgt nochmals Kreide, und zwar (siehe weiter unten) im allgemeinen in verkehrter Lagerung und reduzierter Mächtigkeit. Jedenfalls liegt an einigen Stellen ver-

kehrtes Neocom unter dem Jura (vgl. p. 6, 64). Von einer Verbindung des normalen Neocoms und Valângiens mit dem verkehrten durch eine nach SE überliegende Gewölbeumbiegung ist nichts zu sehen. Im Kieselkalk und Neocom der normalen Lagerung findet man kleine Faltungen, die der Annahme eines solchen südöstlich überliegenden Gewölbes (= Klingenstockgewölbes) gar nicht günstig sind. So am Südabhang zwischen *Hengst* und *Lauchplankstock* (siehe Fig. 23). Diese Biegungen liegen im obersten Kieselkalk. Über dieser Partie folgen die Spatangenkalke (hier abgewittert, aber wenig nordwestlich erhalten), darunter liegt der mächtige Kieselkalk und zuunterst das Berrias; also durchaus normale Lagerung, bei zirka 45° Schichtenfall gegen NW. Die jeweilen mit *a* bezeichneten Schichten sind demnach älter als die mit *b* bezeichneten, da *a* offenbar gewöhnlich unter *b* liegt. Die mit *x* bezeichneten Stellen sind somit nach NW übergekippte Gewölbe, die mit *y* bezeichneten sind Mulden. Das Klingenstockgewölbe müsste nach SE geneigt sein. In seinem Gewölbeschenkel (repräsentiert durch die ganze normale Kreideschichtfolge) sollten nun nach NW übergekippte Gewölbe vorkommen, wie die obigen *(x)*? Das scheint beinahe unnatürlich.

Fig. 23. Biegungen im Kieselkalk östlich des Hengsts am Südhang gegen das Riemenstaldental.

Diese kleinen, untergeordneten Falten deuten, ganz gleich wie die grossen des Frohnalpstocks etc., auf einen von SE herkommenden Schub.

8. Die Eocänzone des Riemenstaldentales (Sisikon-Muotathal) und ihre Umgebung.

(Taf. 1, Fig. 4 *a* und *b*.)

Das *Riemenstaldental* und seine Verlängerung jenseits des *Katzenzagelpasses*, auf der Seite gegen *Muotathal*, ist ein typisches Isoklinaltal. Die Schichten fallen zu beiden Seiten des Tales durchschnittlich 40—45° gegen NNW. Dass das *Riemenstaldental* schief zum Streichen der Falten des *Frohnalpstock*gebiets verläuft, wurde bereits oben zu Anfang der speziellen tektonischen Beschreibung auseinandergesetzt (p. 41).

Zum Verständnis der tektonischen Verhältnisse dieser Zone ist es notwendig, die Schichten unter wie über den Eocängesteinen genau zu untersuchen.

a) Unterlage der Eocänzone.

Südlich *Sisikon* stossen die Eocängesteine etwas diskordant an einer Rutschfläche direkt an Schrattenkalk, vgl. *Heim* (1891), p. 51 f., Taf. III, Fig. 2, und

Prof. 2. Dieser anormale Kontakt hält taleinwarts an. Oft erscheint der Schrattenkalk über dem Nummulitenkalk, durch kleine Überstossungen von S her. — Bei *Riemenstalden* liegt der Nummulitengestein bei nur wenig nach N geneigter Schichtlage direkt auf Schrattenkalk. Vgl. Taf. I, Fig. 4 (8).

Etwas westlich des *Katzenzagelpasses* erscheint auf dem Schrattenkalk etwas verquetschter Seewerkalk, dagegen fehlt dort Nummulitenkalk gänzlich. Vgl. Taf. I, Fig. 4 (6 und 7).

Im Tal, das vom *Katzenzagelpass* gegen *Muotathal* hinabzieht, treten die normalen Verhältnisse ein (vgl. *Heim*, loc. cit.): die unter dem Eocän liegenden Kreidestufen sind vollständig normal erhalten. Vgl. Taf. I, Fig. 4 (5—1). Auch hier findet man, gegen S ansteigend, kleine Überstossungen (Überfaltungen), so besonders deutlich unterhalb der Alp *Rotenbalm*.

Aber auch schon südlich ob *Riemenstalden* erscheinen Gault und Seewerkalk bereits wieder (vgl. *Mœsch* [1894], p. 48).

Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die oberen Kreidestufen in der genannten Gegend nicht ursprünglich fehlten, sondern nachträglich bei der Faltung ausgequetscht wurden, wie dies *Heim* (1891), p. 52, ausführt. Es ist dies eine Lücke, die durch Dislokation entstanden ist. Es ist sehr auffallend, dass da, wo der Nummulitenkalk mächtig und solid ist *(Sisikon-Riemenstalden)*, Seewerkalk und Gault fehlen; dass da, wo statt Nummulitenkalken nur Mergel vorkommen (südlich ob *Muotathal*), die Kreidestufen vollständig erhalten sind. Dies spricht natürlich sehr für obige Erklärung.

b) Die eocäne Zone.

Diese Eocänzone lässt da, wo sie vollständig erhalten ist, eine normal gelagerte südliche und eine verkehrt gelagerte nördliche, reduzierte Schichtfolge erkennen. Die Schichten fallen stets isoklinal gegen NNW bis N mit 30—40° durchschnittlich, was durch die Annahme einer Isoklinalmulde erklärt werden kann.

Oberhalb *Sisikon*, östlich der Kapelle *Kemleten* (vgl. Taf. I, Fig. 4 (9—10)), liegen auf dem Schrattenkalk im Süden also direkt Nummulitenkalke (10—20 m.); darüber folgen normal 5—10 m. glauconitischer Sandstein, die gegen oben in hellbräunliche Mergel übergehen (dort zirka 100 m.). Darüber folgt an manchen Stellen, aber stets nur wenig, grüner Sandstein und zuoberst wieder Nummulitenkalk, der aber meistens ausgequescht ist und maximal 4 m. Mächtigkeit erreicht (dann deutlich auf Kosten der Mächtigkeit benachbarter Schichten).

Auch südlich ob *Muotathal* kann eine entsprechende vollständige normale und verkehrte Schichtfolge im Eocän zusammengestellt werden (vgl. Taf. I, Fig. 4 (1—3)). Die verkehrte eocäne Schichtfolge fehlt häufig, an ihre Stelle tritt dann eine Rutschfläche. (So am Bach bei *Frutt*, südlich ob *Muotathal*. Die Rutschfläche fällt 30—60° N 20° E, während die Schichten zirka 40° NNW fallen. Sie zeigt Streifen in der Fallrichtung. Die Rutschfläche trennt Seewerkalk [oben] von eocänen Mergeln [mit Resten von Pecten, Foraminiferen]. Dies sind durchaus nicht etwa Seewerschiefer. Die Mergel zeigen eine Schieferung, die nur mit etwa 20° gegen NNW und N fällt, also flacher liegt als die Schichtung und die Rutschfläche, an welcher sie diskordant anstossen.)

In der Gegend des *Katzenzagelpasses* fehlen zweifellos eocäne Gesteine vollkommen. Vor allem traf ich dort nirgends Nummulitengestein an (vgl. Taf. I, Fig. 4 (6—7)). Auf dem verquetschten Seewerkalk, der die normale Unterlage im Süden bildet, liegt direkt ein Gestein, das ich für Neocom-Kieselkalk halte. Über diesem folgen allerdings Mergel und tonige Schiefer, die aber gegen oben allmählich, und zwar schon nach etwa 50 m. in unterstes Berrias übergehen (s. p. 63). — Auf eine Strecke von zirka 3 km. (von *Kirchrüti* im *Riemenstaltental* an gegen ENE) fehlen die Eocängesteine; sie sind ausgequetscht worden.

Westlich der Kapelle *Kemleten* ob *Sisikon* hört die Eocänzone in ihrer starken Ausbildung auf der rechten Talseite mit einem Male auf. Nur in bedeutend schwächerer Ausbildung findet man sie von da an westlich auf der linken Talseite. Auf der rechten Talseite, in der Verlängerung der Eocängebilde von *Kemleten*, erscheinen unterberriasische Schiefer in verworrener Lagerung und darunter Valangien-Kieselkalk. Erstere liegen z. B. am Weg gleich westlich der Kapelle *Kemleten* und zeigen dort S-Fall, höher oben gegen die Berriaskalk- und Kieselkalk-Felswand NE-Fall; unter dem Wege gegen den Hauptbach hinab SE-Fall. Vgl. Taf. I, Fig. 4 (11).

c) Das Hangende der Eocänzone.

Hier sollen diejenigen interessanten Schichten behandelt werden, die unmittelbar nördlich auf das Eocän folgen. Es sind dies meistens Stufen der mittleren und oberen Kreide in verkehrter Lagerung. Eine solche wurde bereits schon von *Heim* (1891, p. 49) aus der Gegend von *Frutt*, südlich ob *Muotathal*, beschrieben. Er betrachtete sie als Mittelschenkel zwischen dem nach S überliegenden Klingenstockgewölbe (dessen Gewölbebiegung als abgewittert gedacht werden muss) und der Eocänmulde *Sisikon-Muotathal*.

Eine weitere Untersuchung ergab höchst interessante Resultate.

Einmal konnte auch bei der Kapelle *Kemleten* ob *Sisikon* eine verkehrte Kreideschichtserie aufgefunden werden (vgl. Taf. I, Fig. 4 (10)). Wenig östlich der Kapelle trifft man, von unten angefangen, am Weg beginnend:

1. Eocäne Mergelschiefer, in denen der Weg meistens etwas eingehauen ist. An einer Stelle reicht aber folgende Schicht an den Weg herab:

2. Knolliger, welliger Seewerkalk, 2 m. sichtbar. Etwas westlich tritt Nummulitenkalk über dem Mergel auf (1 m.); dann fehlt aber der Seewerkalk, der überhaupt nur an dieser einen Stelle deutlich und sicher erkannt werden kann.

3. Gault. Grau-grüner, dunkler, kieseliger, glauconitischer Kalk, 1 m.

4. Schrattenkalk, etwa 200 m. weit eine Felswand von 10—25 m. Höhe bildend. Mächtigkeit 30—40 m. Er enthält stellenweise erkennbare Requienien, ist aber im allgemeinen stark gequetscht. In seinen untern Partien ist er oft rein calcitisch brecciös geworden oder auch nur voll weisser Adern.

Bei der Kapelle *Kemleten* liegt ein Haufwerk von grossen Nummulitenkalkblöcken, die wohl von einer Partie herstammen, wo der Nummulitenkalk der verkehrten Schichtfolge lokal in bedeutenderer Mächtigkeit erhalten blieb. Das zugehörige Anstehende ist aber nicht aufgeschlossen.

Was über dem Schrattenkalk bergaufwärts folgt, ist leider verdeckt; doch fiel mir ein Block Seewerkalk ob der Schrattenkalkwand auf. Ob er aber von hoch oben, vom *Hauserstock*gipfel stammt, oder ob das Anstehende hier in der Nähe unter Schutt und Rasen liegt, kann ich nicht sagen. Auf Grund von Feststellungen südlich ob *Muotathal* wäre letzteres nicht ausgeschlossen.

Westlich der Kapelle *Kemleten*, am Bach, der von NE herabkommt, hört die verkehrte Kreide mitsamt dem Eocän plötzlich wie abgeschnitten auf. — Klettert man in dieser rutschigen und steilen Bachrunse nordöstlich aufwärts, so trifft man zunächst etwa 30 m. in die Höhe schwärzliche, südfallende Kalkschiefer mit Mergeleinlagen, die dem untern Berrias angehören. Dann aber erscheint rechter Hand eine Partie Eocängestein; 30—40° ENE fallend. Von unten:

1. Sandstein mit Glimmer, darüber Nummulitenkalk, 4 m.

2. Grünsandstein, 20 cm. Konnte nicht sicher entscheiden, ob Gault oder Eocän, da er zu stark gequetscht ist. Im Handstück glaube ich ihn als Eocän ansehen zu müssen.

3. Stark gequetschte, dunkelbräunliche Kalkschiefer, 1 m., mit Tonhäuten; nach 10 m. Steigung gehen sie über in

4. Berrias.

Von eocänen Mergeln unter dem Nummulitenkalke ist nichts zu sehen, ebensowenig von Schrattenkalk über demselben. Letzterer ist offenbar hier ausgequetscht, wiewohl er bloss 100 m. weit südöstlich zirka 30 m. mächtig ist.

Steigt man von dieser, etwas mehr rechter Hand gelegenen Stelle im Bachbett noch etwas weiter hinauf, so trifft man gleich links des Wasserlaufes folgende merkwürdige Verhältnisse.

Fig. 24. **Im Tobel W Kapelle Kemleten, zirka 60 m. ob dem Weg.**

1. Kalkschiefer mit Tonhäuten, verquetscht! Gehören dem untern Berrias an, denn sie gehen höher oben in besser erhaltene Berrias-Kalkschiefer über (mit Aptychen).

2. Eocäner Grünsandstein, bis 20 cm. mächtig.

3. Rutschfläche mit 40° gegen NE fallend, horizontal von SE gegen NW gestreift!

4. Nummulitenkalk, schlecht kenntlich und stark an Schrattenkalk erinnernd, 1,5 m.

Dieser Nummulitenkalk erscheint von SE gegen NW in die Berriasschiefer hineingestossen. Er hat offenbar in die Tiefe des Berges gegen NW und N keine Fortsetzung mehr; auch westlich, rechts des Baches, fehlt er. Dort trifft man nur Berriasschiefer. Vielleicht ist die Eocänzone und die verkehrte Kreide gegen W durch eine transversale Abscheerung begrenzt. Soviel ist sicher, dass gegen NW (von *Kemleten* an) die verkehrte Kreide sich auskeilt. Die eocänen Gesteine (jedenfalls die der verkehrten Schichtfolge) keilen sich ebenfalls aus und werden von Berriasschiefern unterstuft.

Steigt man in diesem Seitentobel vom Wege an abwärts, so hat man linker Hand halbanstehenden Nummulitenkalk, rechter Hand dagegen und im Bachbette schwärzliche Kalkschiefer mit tonigen Häuten, Tonschiefereinlagen etc., die alle enorm verquetscht, verbogen und schwer kenntlich sind. Alles dies rechne ich zum untern und untersten Berrias.

Im Haupttobel gegen *Sisikon* hinaus ist mir nicht alles klar geworden. Dort treten mächtige, dünnbankige Valangien-Kieselkalke auf, darunter Fucoidenführende Mergelschiefer, die aussehen wie Flysch, und merkwürdige, zähe, dunkle Kalke mit grossen, wulstförmigen, härteren, kieseligen Konkretionen, die an vom Bach bearbeiteten Blöcken knauerförmig herausragen. Diese Gesteine liegen alle

zwischen Eocän unten (Nummulitenkalk der linken Talseite) und Berrias oben. Seewerkalk, Gault oder Schrattenkalk fehlen hier nördlich über dem Eocän. Diese genannten Valangiengesteine (oben) und knolligen Kalke (unten) entsprechen vielleicht einer verkehrten Lagerungsfolge in Südfacies.

Weiter östlich ins *Riemenstaldental* hinein ist von verkehrt gelagerten Schichten der Kreide nördlich der Eocänzone nichts mehr zu sehen. Alles ist mit Schutt bedeckt. Die hellen Felswändchen ob *Berghäusern* (zwischen *Kemleten* und *Riemenstalden* auf der rechten Talseite) bestehen aus Berrias, gehören also schon zur Basis der normalen, mächtigen Schichtfolge der Kreide.

Am *Katzenzagelpass* und gleich westlich desselben findet man von S her anfangend (vgl. Taf. I, Fig. 4 (6—7)):

1. Schrattenkalk.

(2. Gault, verdeckt. Wahrscheinlich nur wenig mächtig.)

3. Seewerkalk, stark verquetscht; wenige Meter mächtig, stark wechselnd. Darauf lag an einer Stelle grünliches, stark verquetschtes, unkenntliches Gestein; ist vielleicht noch eine Spur von Eocän.

4. Bräunlicher, zäher Kalkschiefer mit schwarzen Häuten, und dünnbankiger Kieselkalk mit Mergeln in dünnen Partien wechsellagernd, = Valangien-Kieselkalk. Bis 20 m. mächtig. ± steil gegen NNW fallend.

5. Feiner, fauler Tonschiefer, unten grau, oben heller, zirka 20 m. Darin gegen oben: Bänke arg verquetschten, dunkeln Kalkes, der offenbar der untern Grenze des Berrias angehört (vielleicht auch dem obersten Weisswandkalk = Jura?). Gegen oben werden die Schiefer immer kalkiger und innen heller, sie gehen über in

6. Berrias-Kalkschiefer.

Dieses Profil zeigt also unter dem normal gelagerten Berriasschiefer, zu dem ich auch die Tonschiefer zähle, nochmals jüngere Schichten, und zwar Valangien-Kieselkalk und Neocom-ähnliche Schiefer. Die Eocängesteine fehlen. Sie sollten zwischen diesem Neocom und dem darunterliegenden Seewerkalk auftreten, der schon zur normalen Schichtfolge der nächst südlicheren, der *Axenkette* gehört.

Gegen Osten, wenn man durch den Tallauf wieder tiefer in das Gebirge hinuntergelangt, sieht man die eocänen Gesteine, wenigstens die südlichen, normalen Schichten, am rechten Bachufer wieder auftreten. Erst noch weiter talabwärts, bei *Grindsplaken*[1]), erscheint über den eocänen Mergeln wieder etwas

[1]) Sollte wohl heissen: *Grindsplanken.*

verkehrter Grünsandstein und darüber Kreide in verkehrter Lagerung. Profil bei *Grindsplaken*, nördlich am Bach:

SSE NNW

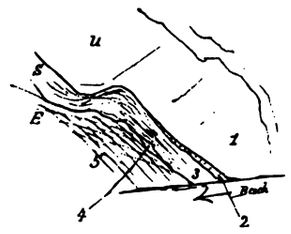


Fig. 25. **Nördlich Grindsplaken am Bach.**

1. Schrattenkalk, zirka 7 m. 30° NNW fallend.
2. Gault, fast 0.
3. Seewerkalk, unregelmässig, um 1 m. herum.
4. Eocäner Grünsandstein, nur stellenweise.
5. Eocäne Mergel, zirka 50 m., mit Clivage.

Über dem Schrattenkalk folgen, auf der andern Bachseite zu sehen, braune Mergel und Tonschiefer, die sich talaufwärts in die *Goldplank* weiterziehen, stets überlagert von dem Schrattenkalk-ähnlichen, untern Weisswandkalk, den ich zum Jura rechne (z. B. deutlich zu sehen bei den Hütten der *Goldplank*).

Weiter gegen ENE, zwischen den Hütten von *Juchli* und *Frutt*, ist die verkehrte Kreide über dem Eocän noch besser erhalten (vgl. Taf. I, Fig. 4 (2—3)). Der Schrattenkalk enthält deutliche Requienien und wird gegen 100 m. dick, der Gault zeigt Petrefaktenknollen, der Seewerkalk wird gegen 20 m. mächtig. Unter dem Seewerkalk liegen am Weg unterhalb *Juchli* Linsen von glauconitreichem Nummulitenkalk (bis 1 m.), an deren Stelle weiterhin eine Rutschfläche tritt (siehe p. 60).

Auf diesem Schrattenkalk des sogenannten Mittelschenkels liegen nun nicht, wie man erwarten sollte, Neocomgesteine, sondern zu meinem grössten Erstaunen erst Gault, dann Seewerkalk, und darüber erst verkehrtes Neocom (vgl. Taf. I, Fig. 4 (1)). Am Weg von *Frutt* nördlich gegen *Muotathal* hinab fand ich folgende Verhältnisse (Fig. 26):

SSE NNW

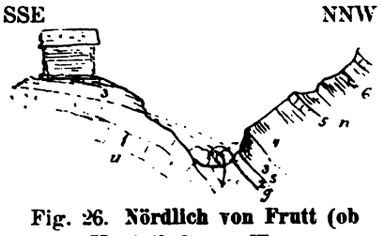


Fig. 26. **Nördlich von Frutt (ob Muotathal) am Weg.**

1. Schrattenkalk; weiter links mit Requienien.
2. Gault, zäher, grünsandiger Kalk, 50 cm., fehlt stellenweise.
3. Seewerkalk, stark verquetscht, ca. 1 m.
4. Bräunlich anwitternde, verquetschte, kalkige Schiefer, oft mit sehr zähen, bräunlichgrauen Einlagen, 3 m.
5. Bräunlich-graue Kalkbänke in bräunlichem Kalkschiefer, ähnlich oberem Neocom, 2 m.
6. Wulstige, verknetete, dunkle Schiefer, zirka 20 m.

(7.) Darüber folgen (vgl. p. 6) dünnbankige, kieselige Kalke, = Valangien-Kieselkalk.

(8.) Weisswandgesteine = Jura.

(Von da an aufwärts normal gelagerte Kreide.)

Dieser Gault und Seewerkalk (2 und 3) auf dem Schrattenkalk können noch zirka 150 m. weit am Bache abwärts gegen *Muotathal* verfolgt werden, wo, an einer Stelle gut zu sehen, das verkehrte Neocom darüber fehlt und auf dem Seewerkalk 8 m. schwarze, verknetete, wulstige Kalkschiefer mit Tonhäuten folgen, überlagert vom untern, hellern (Schrattenkalk-ähnlichen) Weisswandkalk (dort zirka 15 m.). — Nirgends konnte ich über obigem Seewerkalk (3) Nummuliten oder Wangschiefer oder Seewerschiefer finden, ebensowenig nochmals sichern Schrattenkalk. Wo die überliegenden Gesteine einigermassen erkennbar sind, stellen sie sich als verkehrtes Neocom und Valangien heraus.

Die Facies der Schichten nördlich über der Eocänzone bis zum Weisswandkalk stimmt mit derjenigen der südlich folgenden Kette, der *Axenkette*, also mit der Südfacies überein, und nicht mit der Nordfacies *(Frohnalpstock)*. Es fehlen, wie in der Südfacies, Wangschiefer und Seewerschiefer vollständig; der Gault stimmt genau mit dem der Südfacies überein. Im Schrattenkalk stecken viele Requienien, wie in dem südlich des Eocäns, während derjenige der Nordfacies (am *Plankstock* und nördliah ob *Muotathal*) sehr arm an solchen ist, oder gar keine enthält. Das verkehrte Neocom ähnelt mehr der Südfacies als der Nordfacies, soviel man überhaupt bei so verquetschten Gesteinen sagen kann. Das Valangien (Kieselkalk) gleicht mehr dem der Nordfacies. Im einzelnen ist der Habitus der Gesteine (Schrattenkalk, Gault, Seewerkalk, und auch Nummulitenkalk) ganz derjenige der Südfacies, wie man sie gleich südlich des Eocäns vorfindet. Die Übereinstimmung ist so gross, dass man zum Schluss kommen muss, dass die Schichtfolge nördlich des Eocäns (verkehrter Seewer, Gault, Schrattenkalk, normaler Gault und Seewer; exklusive verkehrtes Valangien) zur Südfacies gehört. Die tektonische Verbindung hat sich darnach zu richten.

Wenn man nun den Faltenbau der *Axenkette* in der herrlichen Darstellung von *Heim* betrachtet, so erfährt man, dass sie sich aus grossen liegenden Falten *(Silbern)* zusammensetzt. Ich erinnere ferner an das allgemein bekannte und berühmte Profil von *Sisikon* bis *Flüelen* mit seinem zur Mulde übergekippten nördlichsten Gewölbe und der sich daran anschliessenden, zum Gewölbe gedrehten Mulde, mit Eocän im Kern. So ist es denn naturgemäss, quasi durch den Baustil der ganzen *Axenkette* bedingt, dass man obige Schichtfolge

(Seewer, Gault, Schrattenkalk, Gault, Seewer, bei NNW-Fall; vgl. Taf. I, Fig. 4 (1)), die irgendwie als eine gewölbeförmige Doppelung angesehen werden muss, als ein solches Gewölbe auffasst, das seine Wurzel oben im SE und seine Umbiegung im NW in der Tiefe hat. (Fig. 27.)

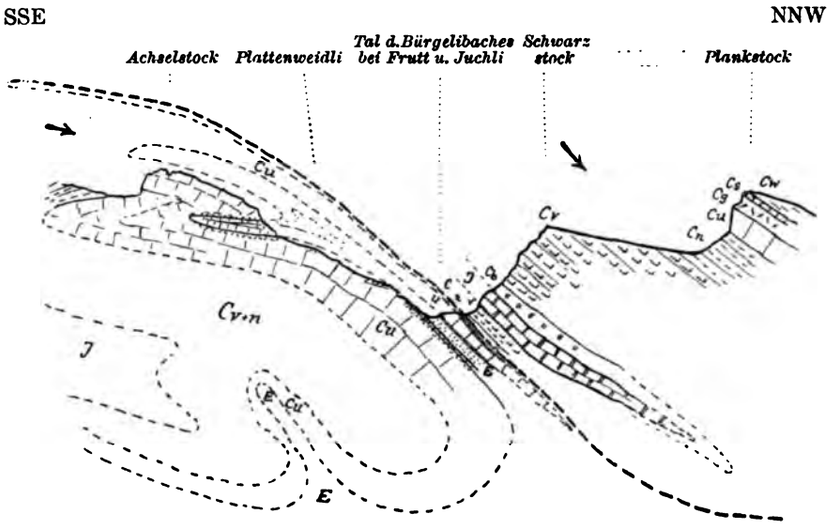


Fig. 27. **Schematische Darstellung der tektonischen Verhältnisse der Gegend SW ob Muotathal.** [Eocänzone; Gewölbekeil; mutmassliche Verbindung von Axenkette und Frohnalpstockgebiet.]

Von einem Mittelschenkel eines südwärts überliegenden Gewölbes kann nicht die Rede sein.

Obwohl bei *Sisikon (Kemleten)* auf dem Schrattenkalk nördlich ob der Kapelle kein Gault oder Seewerkalk entblösst ist (vgl. p. 61 und Taf. I, Fig. 4 (10)), so halte ich es doch für sicher, dass der genannte Schrattenkalk und der darunterliegende verkehrte Gault und Seewerkalk ebenfalls Reste eines von Süden her zur *Axenkette* gehörigen, überliegenden und nordwärts geschleppten Gewölbes sind, und wiederum nicht der Mittelschenkel eines hypothetischen Klingenstockgewölbes. Diese Auffassung ergibt ohne weiteres, dass die Eocänzone *Sisikon-Muotathal* keine gewöhnliche, nach oben sich öffnende Mulde ist, sondern eine zur Axenkette gehörende, umgedrehte, genau wie diejenige südlich der *Tellspatte.*

Wollte man das Eocän als eine gewöhnliche Mulde auffassen und die Kreidegesteine nördlich des Eocäns unten um dasselbe herum verbinden, so würde man die merkwürdigen Kreideschichten bei *Frutt*, nördlich des Eocäns, mit ihrer verkehrten südlichen und normalen nördlichen Schichtfolge, als ein Gewölbe zu betrachten haben, dessen Umbiegung gegen SE schauen würde, und dessen Wurzel nordwestlich in der Tiefe läge, also ein Gewölbe, das allen süd-

lich folgenden entgegen gerichtet wäre. Man hätte dann eine „Nordfalte"; die nächstfolgende südliche Falte liesse sich als „Südfalte" mit stark nach N überliegendem Gewölbe (z. B. die Falte am nahen *Achselstock*) auffassen; zusammengenommen: eine kleine „Doppelfalte", die jeglicher Wahrscheinlichkeit entbehrte. Für alle Fälle muss festgehalten werden, dass die Grenze zwischen der sogenannten Nord- und Südfacies der Kreide in vorliegendem Gebiete nicht mit der Eocänzone *Sisikon-Muotathal* zusammenfällt, denn die nördlich über dem Eocän folgenden, in der Hauptsache verkehrten, reduzierten Kreidestufen gehören noch zur Südfacies, vielleicht mit Ausnahme des Valangien-Kieselkalkes unter dem Weisswandkalk. Das Eocän ist nichts weiter, als das jüngste Schichtglied der *Axenkette,* und gehört somit auch zur Südfacies.

9. Tektonik der Axenkette.

Südlich der Eocänzone *Sisikon-Muotathal* erhebt sich in markanten Berggestalten die dritte grosse Kreidekette, die *Axenkette*, deren weiter oben (p. 40) gedacht wurde. Sie zeigt eine intensivere Faltung der Schichten als das *Frohnalpstockgebiet.* Wie man aus der Darstellung, die *Heim* (1891, p. 53—72 und Profile) gab, ersehen kann, sind hier liegende Falten die Regel, die an Zahl gegen W abnehmen, dafür dann aber noch stärker gegen N übergeneigt sind, so dass am *Urnersee,* südlich *Sisikon*, ein zur Mulde gedrehtes Gewölbe folgt, und darauf die berühmte, zum Gewölbe gedrehte Eocänmulde bei der *Tellsplatte.* Wie oben dargestellt wurde, ist die Eocänzone *Sisikon-Muotathal* auch als eine solche umgedrehte Mulde aufzufassen, und die gleich nördlich daraufliegenden, wenig mächtigen, zum grössten Teil verkehrten Kreideschichten als Reste eines Gewölbes, dessen Umbiegung nordwestlich in der Tiefe liegt, und das gegen S und oben einst mit höhern, jetzt abgetragenen Partien der *Axenkette* in Verbindung stand.

In dem von mir untersuchten Gebiet liegt die auch schon von *Heim*[1]) angegebene, kleine, liegende Falte des *Achselstockes,* südlich ob *Muotathal* (vgl. Taf. I, Fig. 3; auch Fig. 27).

Allgemeines über die Tektonik des Frohnalpstockgebietes.

Nach der noch meist herrschenden Auffassung hat das *Frohnalpstock*gebiet seine Wurzel in der Tiefe; d. h. es wäre hier an Ort und Stelle. Diese Auffassung verlangt ein nach Süden überliegendes Klingenstockgewölbe, das aber nicht nachgewiesen werden kann.

---

[1]) Vgl. *Heim*, 1891, Profil 3.

Im vorhergehenden wurde aber auch schon öfters die neue Auffassung der Tektonik gestreift. Der Begründer derselben ist *M. Bertrand*[1]), der die Glarner Doppelfalte nicht gelten liess, sondern an deren Stelle eine einheitliche, riesige Südfalte setzte, indem er die gegeneinander gerichteten Umbiegungen der Nord- und Südfalte wegfallen liess und die Nordfalte an die Südfalte anhängte. Er war dadurch genötigt, auch weiter westlich in der Verlängerung der Nordfalte gelegene Gebirgsteile als von S überschoben aufzufassen. Die Grenze dieser von S überschobenen gegen die nördlich gelegenen, autochthonen Partien zog er, wie auf seinem Kärtchen zu sehen ist, eigentümlicherweise gerade durch unsere Eocänzone *Sisikon-Muotathal-Pragel*.

Lange Zeit verfloss bis zur folgenden, überaus wichtigen Arbeit von *Bertrand* und *Golliez*[2]), worin die westliche Fortsetzung der Eocänzone *Klausen-Surenen-Jochpass* bis über die beiden *Scheideggen* und ins *Kiental* verfolgt wird. Was nördlich dieser Zone liegt, fassen sie auf Grund des tektonischen Baues dieser Gebiete als von Süden her überschobene Massen auf. Sie finden hier liegende Falten, deren Gewölbebiegungen alle gegen N schauen. Die ältesten Gesteine trifft man als Kerne der liegenden Gewölbe, deren Wurzel nicht im N ist, sondern weit südlich zu denken ist. Sie kommen zum Schluss, dass das *Faulhornmassiv*, die Berge *Unterwaldens*, der *Glärnisch* etc., kurz alles zwischen der grossen Hauptkette der nördlichen Alpen und der Linie der Randseen, einer Überschiebungsmasse angehöre, die von S herkam. Das Frohnalpstockgebiet wäre danach, wie besonders aus ihrer Fig. 18, p. 595, hervorgeht, ebenfalls von S her überschoben.

Schardt[3]) stimmt dieser Auffassung völlig bei, rechnet auch schon den *Pilatus* zum Überschobenen, eine Ansicht, die er schon 1891[4]) geäussert habe.

Zur *Lugeon*schen Auffassung[5]) ist in bezug auf unser Gebiet prinzipiell nur noch ein kleiner Schritt. Ganz neu ist die Verknüpfung der *Rigihochfluhkette* mit der *Axenkette* unter dem *Frohnalpstock* hindurch, eine Ansicht, die auf die Verhältnisse der Eocänzonen weiter östlich, nämlich bei *Näfels*, Rücksicht

---

[1]) *M. Bertrand*, Rapports de structure des Alpes de Glaris et du bassin houiller du Nord. Bull. Soc. géol France, 3e série, t. XII, p. 318. **1884.**

[2]) *Bertrand* et *Golliez*. Les chaînes septentrionales des Alpes bernoises. Bull. Soc. géol. France, 3e série, t. XXV, p. 568—595. **1897.**

[3]) *H. Schardt*, Eclogæ geol. helv., Bd. V, p. 377—378. **1898.** Anmerkungen zum Referat über die Arbeit von *Bertrand* und *Golliez*.

[4]) Loc. cit., Anmerkung, p. 377.

[5]) *M. Lugeon*, Les grandes nappes de recouvrement des Alpes du Chablais et de la Suisse. Bull. Soc. géol. France, 4e série, t. I, p. 273. **1901.**

nimmt, die sich aber in gewisser Hinsicht noch diskutieren lässt. Die *Lugeon*sche Theorie, als Ganzes betrachtet, schliesst eng an *Bertrand* an und stimmt in den Grundzügen auch mit den Auffassungen *Schardt*s überein. *Préalpes* und Klippen, ferner alle Gebirgsmassen, deren Gesteine nicht in normaler Folge auf dem Kristallinen des Aarmassivs aufruhen, sondern meist von Eocän unterteuft werden, sind Reste grosser Überschiebungsmassen, die weit von S herstammen. Auch in *Bünden, Vorarlberg, Tirol* nimmt *Lugeon* ähnliche Überschiebungen an. Die südlichen Zentralmassive zeigen, wie in der Tat am Simplon festgestellt wurde, ebenfalls den Baustil der Nappes de recouvrement. *Lugeon*s Theorie ist eine bewunderungswürdige Durchführung und Ausbauung der neuen Anschauungen über die Alpentektonik. Überall wird sie den schwierig zu verstehenden Tatsachen ganz unerwartet gerecht, so dass sie im einzelnen den Forschern bald einleuchtete, als Ganzes aber zunächst begreiflicherweise sehr verblüffte.

Mit bewundernswerter Schärfe hat *Heim* in einem offenen Brief, der *Lugeon*s Arbeit angefügt ist[1]), die Vorzüge der Lugeonschen Auffassung in Anwendung auf die tektonischen Verhältnisse der nördlichen Zentral- und Ostschweiz hervorgehoben.

Und nun zur Anwendung auf unser Gebiet im speziellen (Fig. 28). Es sei zum voraus gesagt, dass gegen *Lugeon* gar nichts spricht, dass Verschiedenes direkt gegen die alte Auffassung ist, dass für die alte Auffassung keine neuen Tatsachen gefunden werden konnten. Für die neue Auffassung sprechen folgende Tatsachen:

1. Im normalen Kieselkalk nördlich ob dem *Riemenstaldental* finden sich kleine Falten, deren Gewölbebiegungen gegen NW und abwärts, deren Muldenbiegungen gegen SE und aufwärts gedreht sind (siehe p. 58).

2. Irgend eine Umbiegung zu einem südlich überliegenden Klingenstockgewölbe findet sich nirgends *(Lugeon)*.

3. Wie oben gezeigt wurde, ist die Eocänzone *Sisikon-Muotathal* eine Mulde, die sich nach der Tiefe öffnet und deren Umbiegung südlich oben zu denken ist. Daran schliesst sich nördlich noch ein Stück eines umgedrehten Gewölbes, das zur *Axenkette* gehört und seine Umbiegung in der Tiefe nordwestlich besitzt. Hätte nun die Frohnalpstockkette ihre Wurzel in der Tiefe, so müsste man annehmen, dass sie von Norden her auf die von Süden her kommenden, unter ihr verschwindenden Falten der Axenkette hinauf geschoben worden sei, trotzdem ihre eigenen Falten auch von S gegen N gestossen erscheinen. Eine

[1]) Loc. cit., p. 823.

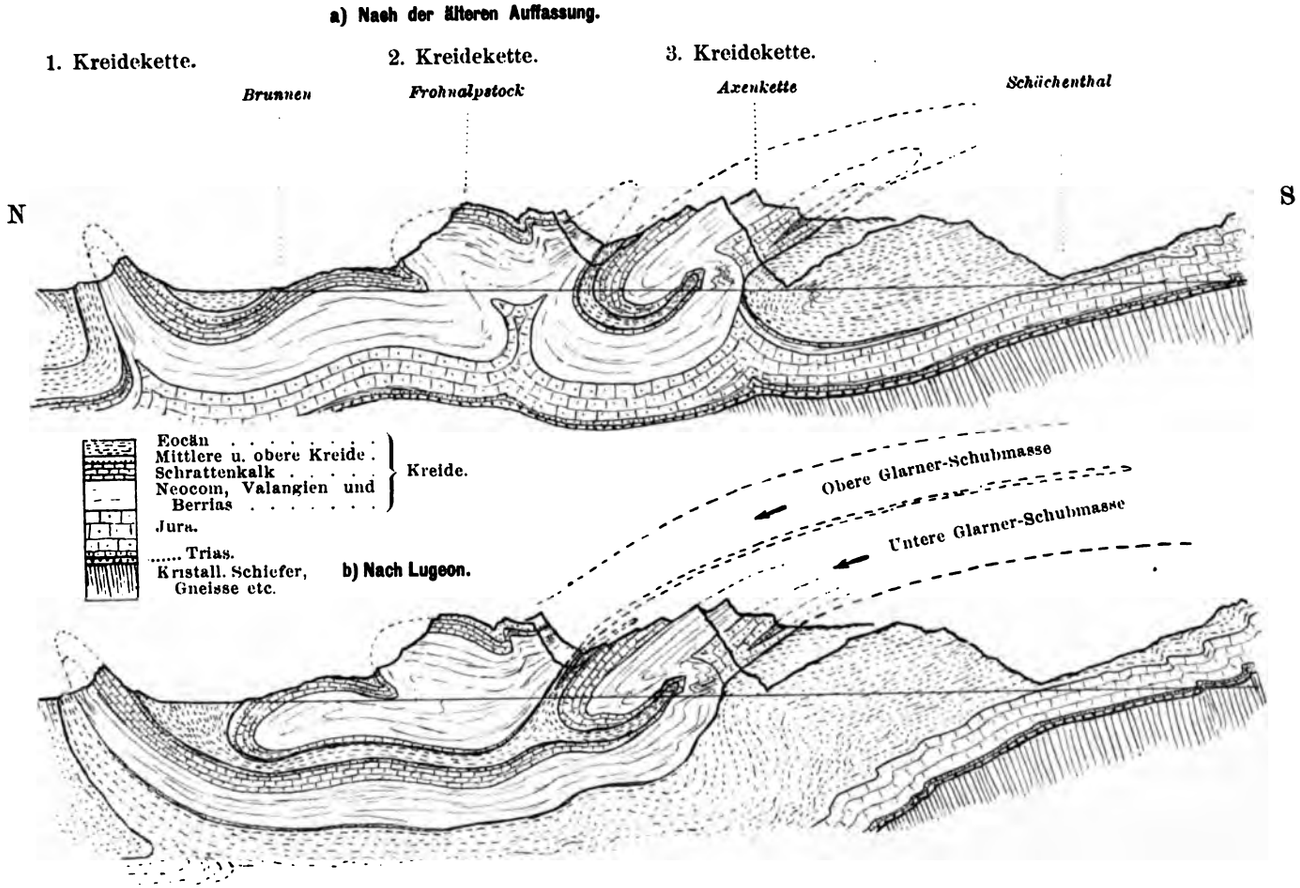


Fig. 28. **Übersichtsprofile,** hypothetisch ergänzt. Im Tatbestand nach *Heim* (1891), Taf. I, Prof. 2, kopiert.

solche Gegenbewegung könnte ich mir nur nachträglich, nach der Faltung entstanden denken. Aber für eine solche Auffassung, die ja in diesem speziellen Zusammenhange nicht total ausgeschlossen erscheint, spricht in Wirklichkeit gar nichts.

4. Die Kreide der *Frohnalpstockkette*, die sogenannte Nordfacies, stammt nach *Lugeon* am weitesten von Süden her, ausgenommen die Kreide der Klippen. — Nun ist auch in den Berner- und Waadtländer-Hochalpen nachgewiesen, dass dort die Urgon-Kalkfacies der mittleren Kreide gegen Süden verschwindet und einer schiefrigen Platz macht. Auch in unserem Gebiet, das nach *Lugeon* am weitesten von Süden her gekommen ist, verschwindet die Urgonfacies gegen Süden. Die nur in dieser Kette und deren Verlängerung vorkommenden Wangschiefer nehmen von Nord gegen Süd an Mächtigkeit zu. Sie besitzen keine bekannte Südgrenze; sie hören stets an einem durch die Erosion erzeugten Abbruch auf. — Sollte vielleicht etwa die Fortsetzung dieser verschieferten Kreide in einem Teil tektonisch anschliessenden Bündnerschiefers enthalten sein?

5. Nach *Lugeon* (wie auch schon nach anderen Autoren, wie Bertrand, Suess, Schardt) ist nur eine grosse, von Süden her kommende Glarnerfalte anzunehmen. Die Fortsetzung der Nordfalte der Glarner-Doppelfalte nach Osten ist gebildet in der *Glärnisch-Ortstock*gruppe, weiterhin der *Axenkette*, dem *Urirotstock*massiv u. s. w. **Wenn** es nun nach *Lugeon* sicher ist, dass nur eine riesige, von Süden her kommende Glarnerfalte vorhanden ist (die alte Nordfalte wird an die Südfalte angehängt, die gegeneinander gerichteten Umbiegungen fallen weg), so unterliegt es keinem Zweifel, dass die *Axenkette* und ihre Verlängerung ihre Wurzel weit im Süden besitzt. Man hat dann keinen Grund, anzunehmen, dass die Frohnalpstockkette ihre Wurzel in der Tiefe habe. Es erscheint daher vollkommen als Konsequenz der Auffassung einer einzigen Glarner-Südfalte, dass man die übrigen Ketten und Falten der ostschweizerischen Voralpen als in Verbindung mit ihr, als sekundäre, mehr oberflächliche Falten ihres Gewölbeschenkels, auch als weit von Süden herübergestossene Massen, die keine Wurzel nach der Tiefe besitzen, auffassen **muss.**

Dritter Teil.

Bildungen der Oberfläche.

A. Talformen, Talstufen, Terrassen.

1. Talformen.

Das *Frohnalpstock*gebiet ist rings von Tälern umgeben. Das Haupttal, das *Reusstal,* ist wie bekannt ein typisches Quertal. Seine beiden Abhänge entsprechen sich tektonisch vollständig. Es ist ein reines Erosionstal; bei seiner Entstehung hatten keine tektonischen Vorgänge mitgewirkt.

Das wichtigste Seitental, das *Muotathal,* ist ebenfalls ein Quertal, doch ein mehr schiefes und krummes. Es durchschneidet die Faltenzüge schief, unbekümmert um deren Zusammensetzung, mit Ausnahme des Talausganges gegen die Ebene von *Schwyz,* wo das Quertal mit einer grossenteils mit weichen Schiefern ausgefüllten Querflexur zusammenfällt.

Die vorhandenen Längstäler sind wenig bedeutend gegenüber den genannten Quertälern. Dahin ist in erster Linie das Riemenstaldental und dessen gegen *Muotathal* abfallende Verlängerung, das Tal des *Bürgelibaches,* und das vom *Pragel* herabkommende Tal zu nennen. Diese Tallinie, die sich noch weiter gegen W und E verfolgen lässt, hält sich an die eocäne Zone *Riemenstalden-Muotathal* und deren Verlängerung. Alle in ihr liegenden Täler sind Isoklinaltäler. Die Schichten fallen auf der ganzen Länge gegen NNW und NW ein. In dem schmalen Streifen eocäner, weicher Gesteine grub sich das fliessende Wasser rasch ein, drang aber meistens nicht in die Unterlage des Eocäns, die harten Kreidekalke der *Axenkette, Silbern* etc. ein, sondern drängte gegen NNW und NW und untergrub die konkordant auf dem Eocän aufliegenden Kreideberge der *Frohnalpstock-Drusbergkette* etc. Fern von unserm Gebiete, doch in der gleichen Eocänlinie, nämlich im *Klön-* und *Walenseetal,* sägten sich die Flüsse tief in die unterliegenden Kreide- und Juraschichten ein und liessen den Eocänstreifen, der doch wohl die

Talrichtung vorgezeichnet hatte, oben am Abhange nördlich der Talläufe. Im Kleinen lässt sich diese Erscheinung auch im *Riemenstaldental* konstatieren. An zwei Stellen hat sich der *Dorfbach* in den unter dem Eocän liegenden Schrattenkalk etwas eingeschnitten; so in der Schlucht von *Kemleten*, östlich ob *Sisikon*, ferner östlich der Kapelle von *Riemenstalden* (siehe Taf. I, Fig. 4 (8)), ebenso im Tobel westlich des *Katzenzagelpasses*. An diesen Stellen ist also der Wasserlauf fixiert und kann nicht mehr leicht nach N drängen. Zu diesem Einschneiden wurde das Wasser wohl durch den reichlichen von N herabkommenden Schutt gezwungen, der den Bach gegen Süden in tiefere Schichten drängte. Es ist möglich, dass am Ende der Eiszeit die Schuttbildung besonders stark war, so dass damals der erste Anstoss zum Einschneiden gegeben wurde.

Diese Einschnitte in den Schrattenkalk sind ganz jung; gewiss jünger als die Eiszeit. So zeigt der Hügel (1128 m.) östlich *Riemenstalden* deutliche Rundhöckerform; der Bach hat ihn von der *Axenkette*, zu der er tektonisch gehört, durch einen frischen, steilwandigen Einschnitt abgetrennt. Würden in diesem Tal grössere Wassermengen fliessen, so müssten schneller tiefe Einschnitte entstehen, ähnlich denen des *Walensee-* und *Klöntals*. Grössere, stark arbeitende Flüsse würden sich nicht so genau an eine so schmale Zone weicher Gesteine halten.

Als weitere kleine Längstäler sind das *Frohntal* und das *Klingentobel*, westlich der *Fallenfluh*, zu erwähnen. Letzteres folgt deutlich dem Streichen der Seewer- und Flyschschiefer.

2. Talstufen und Terrassen.

Die Talstufen und Terrassen des *Reussgebietes*[1]) lassen sich in unserem Gebiet deutlich nachweisen.

A. 440 m. — Spiegel des *Urnersees*, Ebene von *Brunnen-Ibach*, Delta von *Sisikon*.

B. Zirka 600 m. — *Morschach-St. Franziskus*, 630—680 m. *Ried* (ob *Sisikon*), 642 m. Talboden des *Muotathales*, 550—630 m. (Im *Bisital* daran anschliessend und durch eine leichte Schwelle getrennt ein Boden bei 680 bis 800.) (Schwache Terrassen bei *Fugglen*, *Bürglen*, *Büchsenen*.)

C. Zirka 800—900 m. — *Riemenstalden*, 810—1040 m. (*Riedberg*, *Menzigried*, 850—800 m.) *Tannen* (nördlich ob *Sisikon*), 883 m. *Schilte*, 828 m. *Hetzig (Morschach)*, 818 m. *Giebel*, 910 m. *Tiefdohle* am *Stoosbach*, *Kehlenberg*,

[1]) Vgl. *Heim*, Über die Erosion im Gebiete der Reuss. Jahrbuch des S. A. C., Bd. XIV, p. 397. 1878/1879.

900 m. und weniger. Nördlich ob *Muotathal*: *Zinglen*, 916 m.; südlich: *Hellberg (Gütsch)*, 990 m.

C_1. Zwischenstufe zwischen **C** und **D. 1200—1300 m.** — *Stoos*plateau, 1200—1300 m. *Fallenfluh*, 1203 m. *Frauenmatt (Illgau)*, 1280 m. *Auallmend* ob *Morschach*, 1260(—1330) m., durch Gesteinswechsel unterstützt.

Riemenstaldental: Käppeliberg bis *Kirchrüti*, 1200—1250 m. *Muotathaler*-Seite: *Juchli*, *Grindsplaken*, 1200 m. *Rothmatt*, *Ebnet*, *Unteres Plattenweidli*, 1140—1240 m.

D. 1400—1500 m. — Passhöhe des *Katzenzagels*, 1490 m. Gegen *Muotathal: Rothenbalm*, gegen 1500 m., *Oberes Plattenweidli*, 1410 m. Gegen *Sisikon: Häusern*, 1410 m., *Alpelen*, 1400 m., *Butzen*, 1463 m. *Frohnalpgebiet: Wannen*, gegen 1500 m., (*Laubgarten*, 1580 m.), *Geissbütz*, 1451 m., *Tröligen*, zirka 1450 m. (*Bärhalten*, 1513 m., *Krauteren-Neppen*, 1520 m.)

E. Zirka 1900 m. — Gipfelhöhen des Frohnalpstockgebietes: *Frohnalpstock*, 1922 m., *Hauserstock*, 1900 m., *Klingenstock*, 1929 m., *Hengst*, 1880 m., *Sissigerspitz*, 1908 m. — Obere Alpen in der *Axenkette (Spielau, Liedernen.)*

Oftmals hält es schwer, Erosionsterrassen von Verwitterungsterrassen zu trennen. So ist z. B. die reiche Gliederung innerhalb der ganzen *Morschacher*-Terrasse gänzlich an die Gesteinsarten gebunden.

Die Seitentäler münden mit deutlicher Stufe in die Haupttäler. Die Gewässer haben sich in zum Teil tiefen Erosionskesselschluchten in diese Stufen rückwärts eingeschnitten. Prachtvolles Beispiel ist die Muotaschlucht. Sie beginnt unterhalb der Einmündung des *Klingentobels*, also tektonisch noch in der Morschacher-Mulde, vertieft sich dann rasch und durchquert mit schon geringerem Gefälle das Axensteingewölbe. Wie weiter oben (p. 43) dargetan wurde, befindet sich dort eine grossartige, N—S streichende Flexur, die den Gewölbescheitel des Axensteingewölbes vom *Giebel* (zirka 920 m.) auf zirka 440 m. herabknickt. Die weichen Seewerschiefer und Flyschgesteine, die als jüngste Schichten in der Flexur liegen, gaben jedenfalls den Anstoss zur Bildung des *Muota*quertales von *Wernisberg-Ibach*.

Auch der Wasserlauf des *Riemenstaldentales* fällt von der Talstufe bei 810 m. in einer stark eingeschnittenen Stromschnelle rasch auf 500 m. hinab.

Ohne Stufe münden das *Klingentobel* und der *Rambach* ins *Muotathal*.

Auffallend ist, dass die Eocänzone, die südlich *Muotathal* den Talboden erreicht, nicht durch einen Einschnitt markiert ist. Wenig östlich hat ein Bach

es vorgezogen, sich in Kreidekalke einzuschneiden. Der *Bürgelibach*, der südlich höher oben in den Eocänschiefern fliesst, verlässt bei *Frutt* dieselben, biegt nach N um und senkt sich in einer steilen, meist felsigen Schlucht ins Tal hinab. In seinem untern Stück hatte dieser Bach früher wohl einmal einen andern Weg genommen. Heute fliesst er östlich um die Felspartie südlich *Büchsenen* (im Talboden, SW *Muotathal*) herum. Eine jetzt von keinem Wasser durchflossene, 10—15 m. tiefe Schlucht, in die harten, Schrattenkalk-ähnlichen Jurakalke eingeschnitten, geht westlich von der genannten Felspartie vorbei. Am Ausgange dieser toten Schlucht befindet sich ein deutlicher Schuttkegel, der aber auf der Karte nicht angedeutet ist. Die Verbindung mit dem jetzigen Bachlauf ist verschüttet und liegt unter Vegetation.

B. Glaciale Erscheinungen.

1. Moränen, Blöcke; Deltakies von Ibach.

a) Reusstal und Riemenstaldental.

Die erratischen Ablagerungen auf der Terrasse von *Morschach* sind schon längst bekannt[1]). Sie liegen auf den Terrassen von 600—850 m. im ganzen Gebiete des *Urnersees*. Höher hinauf steigen sie oberhalb der *Tellsplatte* (ob *Frümseli* über 1262 m.)[2]). Sie bestehen fast ausschliesslich aus Protoginen des Aarmassivs, die aus dem obern *Reusstal* stammen, daneben kommen auch noch sericitische Gneisse, Taveyannazsandstein und selten Kalke (Jura) vor.

Im *Riemenstaldental* liegt solches Erraticum bis 800 m.; bei den Hütten von *Tannen* (N ob *Sisikon*) bilden sie beträchtliche Anhäufungen, ebenso bei *St. Franziskus*, südlich *Morschach* (nach *Rütimeyer*, loc. cit., p. 100, eine Moräne, in der Blöcke in grossen Haufen von Sand eingebettet sind). Um und in *Morschach* erscheinen Blöcke in Masse. Früher waren es jedenfalls noch viel mehr, denn sie werden fortwährend zu Bauzwecken verwendet. Nördlich *Axenstein* und weiter gegen E, gegen *Schönenbuch*, bedecken sie grössere Flächen vollständig, doch Anhäufungen zu Moränen fehlen. Besonders auffallend sind der *„Druidenstein"*, nördlich ob *Morschach*, und der *Flühlistein*, östlich *Unter-Schönenbuch* (*Rütimeyer*, loc. cit., p. 101, und Abbildung). Die äussersten Stücke kristalliner Gesteine gegen E fand ich südlich *Oberdorf* (bei *Ober-Schönenbuch*).

Durch Grabarbeiten beim Bau der Bahn *Brunnen-Morschach* wurden innerhalb *Morschach* eine Menge von Blöcken entblösst (Frühjahr 1904). Die ganze

[1]) Vgl. *Rütimeyer*, Der Rigi, 1877, p. 98 f. *Heim* (1891), Beitr., XXV, p. 416.

[2]) *Rütimeyer*, loc. cit., p. 99.

Art der Ablagerung konnte gut studiert werden. Das Anstehende an den betreffenden Stellen (zwischen Hôtel *Axenfels* und *Rütliblick*) ist ellipsoidischer Gault (kalkig-kieseliger Grünsandstein mit viel Glauconit). Die Oberfläche desselben ist im Detail sehr uneben; karrenartige Vertiefungen und Löcher kommen vor. Darauf liegt, die Unebenheiten ausfüllend, in frischem Zustand dunkler, grünlicher Sand (1—$1^1/_2$ m.), der gelb-braun verwittert. In ihm liegen bis zirka 1 m. hoch über dem Anstehenden meist kleinere Stücke von grünem, leicht zerbröckelndem, verwittertem Gaultsandstein. Daneben liegen im Sande auch kleinere und grössere Stücke kristallinen Gesteines. Auf dieser Sandlage folgen die zahlreichen, grossen, erratischen Blöcke, die vielleicht früher auch mehr in Sand eingebettet lagen, heute aber herausgewittert sind. Der Sand zeigt keinerlei Schichtung. Die in diesem Moränenmaterial enthaltenen Gaultfragmente können nur vom Untergrund stammen, denn weiter talaufwärts findet man dieses Gestein nirgends mehr anstehend (nicht über die *Schilte* hinaus!). Brocken von Schrattenkalk oder Echinodermenbreccie des untern Gault, die um *Morschach* da und dort herausstechen, sah ich an den entblössten Stellen nirgends im Sande enthalten; es fanden sich bloss Gesteine des unmittelbaren Untergrundes. Man darf dieses Vorkommnis vielleicht als Lokalfacies der Moräne (im Sinne von *Penck*) ansehen; doch ist es nicht ganz ausgeschlossen, dass sich dieser Sand bloss durch Verwitterung des Gaults gebildet hat.

Nach *Brückner*[1]) gehören die genannten Moränengebilde, die ja weit unter der Blockgrenze liegen, zum Bühlstadium.

Moränen mit kalkigem Material und anderem Aussehen findet man nordöstlich *Morschach* an der Strasse bei *Schwendi,* zirka 720 m. ü. M. (mehr oder weniger gerundete und geschrammte, kleine Geschiebe in sandig-lehmiger Masse; Jura-, Kreide-, Eocängesteine), und an der *Stoosstrasse* etwas unter 1000 m. (grosse Blöcke von Kreidekalken, auch Taveyannazsandstein, viel feines Material). Diese Gesteine stammen wohl auch aus dem *Reusstal* und dürften als Reste von Grund- und Seitenmoränen zu betrachten sein. Sie gehören wohl der letzten (der Würm-) Vergletscherung an.

Kleine Moränen eines Lokalgletschers trifft man bei *Riemenstalden* (*Käppeliberg,* 1189 m.).

b) Muotathal.

Am Eingang ins *Muotathal* bei *Wernisberg,* südöstlich und östlich *Ibach,* erkennt man leicht eine ganze Reihe von Moränen. Ihr Material stammt aus

---

[1]) *A. Penck* und *E. Brückner,* Die Alpen im Eiszeitalter, Lief. 5, 1903, p. 540.

dem Hintergrunde des Muotagebietes und besteht, wie man an der *Muota*, südlich *Ibach*, sehen kann, aus grossen bis kleinen, oft geschrammten Blöcken und viel Sand. (Sie gehören zum Bühlstadium.) An diese Moränen legt sich nordwestlich ohne scharfe Grenze eine Deltaablagerung[1]) aus schief, zuoberst flach geschichtetem Kies an. Die Terrassenfläche liegt bei 490 m., zirka 50 m. über dem Seespiegel. *Du Pasquier* betrachtete dieses Delta als interglacial, entsprechend einem allgemein höhern Stande des *Vierwaldstättersees*. *Brückner* hält es für jünger, da nach seiner Beobachtung keine Moränen auf dem Kies liegen, was auch mir aufgefallen ist. Er hält diese Bildung für ein Delta, das in einem vom Reussgletscher gestauten See abgesetzt wurde, und zwar zu Ende des Bühlstadiums. Die Deltaablagerung von *Beckenried* sei älter, da noch Bühlmoränen auf ihr liegen.

Im *Muotathal* selbst sind Moränen sehr spärlich (z. B. an der Einmündung des *Klingentobels*, ferner südlich *Muotathal* am tieferen Gehänge).

An dieser Stelle mag nun auch der kleine Rest einer Kiesterrasse, das *Mättli* in der Ecke zwischen der *Muota* und dem von N kommenden *Klingentobelbach*, erwähnt werden. Sie liegt mit ihrer ebenen Fläche 27 m. über der *Muota*, 557 m. hoch. Sie zeigt folgende Verhältnisse:

Aufschluss südlich, an der *Muota*, von oben:

1. Zirka 1 m. erdiger Lehm mit kleinen Steinfragmenten.

2. 2 m. Schotterbank. Enthält Kalke (Jura, Kreide), Sandstein, Flyschschiefer. Die Verkittung ist fest; die meisten Geschiebe brechen, wenn man ein Handstück des Schotters schlägt. Doch ist die Verkittung unvollständig. Hohlräume oft mit kleinen Calcitkristallen. — Es ist möglich, dass nicht die ganze Dicke entblösst ist.

3. 1 m. Ton und Sand, wenig sichtbar.

4. 20 m. undeutlich gelagerter Schutt mit grossen und kleinen Geschieben (bis 50 cm. Durchmesser) in lehmiger Erde. Letztere wahrscheinlich von oben herabgeschwemmt. In grössern Hohlräumen (bis 3 cm. Durchmesser) Auskleidung mit Calcit, der bis 1,5 cm. dicke Lagen bildet. Gletscherkritze fehlen.

Verhältnisse auf der westlichen Seite, gegen den *Klingentobelbach:*

Nur in der SW-Ecke der Terrasse ist der aufliegende Schotter zu sehen. Im übrigen: grosse (bis 2 m. Durchmesser) und kleinere Blöcke von Schrattenkalk und oberem Neocomkalk, die von einem Felssturz, vielleicht aber auch von einer Moräne herrühren können.

---

[1]) Vgl. *Kaufmann* (1877), Beitr., XIV, 2, p. 37, 38. — *L. Du Pasquier* (1891), Beitr., XXXI (Neue F. I), p. 107—109. — *Heim* (1891), Beitr., XXV, p. 410. — *Penck-Brückner*, Die Alpen im Eiszeitalter (5. Lief., 1903), p. 542.

Die Oberfläche der Terrasse ist eben, ohne Moränenbedeckung. Schiefe Schichtung fehlt.

Die Terrasse lässt sich auf dem linken Ufer der *Muota* noch zirka $1^1/_2$ km. gegen E verfolgen und bildet weiter talaufwärts wohl den Talboden. Einen direkten Zusammenhang mit glacialen Gebilden konnte ich nicht auffinden, doch ist dieser Schotter wohl sehr alt, einmal wegen der festen Verkittung und auch wegen seiner höhern Lage. Um diese Höhendifferenz zu erzeugen, musste sich die *Muota* um ebensoviel wenig weiter unterhalb in Schrattenkalk und Gault-Echinodermenbreccie einschneiden, was jedenfalls beträchtliche Zeit erforderte. Ich führte diese Bildung hier an, weil ihre Entstehung noch in eine letzte Phase der Eiszeit fallen mag.

Auf den höhern Terrassen des mittleren *Muotathals* liegt sehr viel Erraticum', das von einem grossen Gletscher stammt.

Frohnalpstockgebiet: Östlich des *Stoos*, 1000 bis fast 1300 m. *Blümlisegg* (Wallmoräne), 1180 m. Alp *Stock* (nördlich des *Plankstocks*), 1230 m.

Südlich ob *Muotathal: Hellberg*, 980 m.

Nördlich des *Muotathales: Illgau*, 820—900 m.

N. B. Im Tobel des *Stoosbaches*, bei zirka 1120 m., liegt Moränenmaterial direkt auf Schrattenkalk, während in der Umgebung Gault die Oberfläche bildet. Das *Stoosbachtobel* ist also interglacial vorgebildet worden. Das Moränenmaterial stammt zum Teil aus dem Talhintergrund; ja, ich glaube sogar eocäne Breccien gefunden zu haben, die in diesem Falle nur aus dem *Schächental-Klausen*gebiet stammen können. Entweder sind diese Gesteine über den *Kinzig-* oder den *Ruosalpkulm-Pass* gekommen, oder dann westlich um den *Frohnalpstock* herum, was aber wenig wahrscheinlich ist. Die Lagerung ist folgende: Oben blockreiche Moräne mit viel Sand; unten NE-fallende, oft diskordante Kies- und Sandpartien. Gletscherschrammen sind häufig. Mächtigkeit zirka 20 m.

Spuren kleiner Lokalgletscher auf dem *Frohnalpstock*plateau sind nicht selten.

2. Gletscherschliff, Rundhöcker, Gletschererosion.

a) Gletscherschliff.

An der *Axenstrasse*, 1—2 km. südlich *Brunnen*. Schrammen auf Valangien-Kieselkalk in der Talrichtung.

Auf der *Schilte*, südlich *Morschach*, deutliche Glättung (unter der Vegetation).

Östlich der Einmündung des *Klingentobels* ins *Muotathal* Glättung an vertikalen Schrattenkalkpartien. (Streifen, mehr oder weniger horizontal in der Talrichtung, meist zerstört.)

b) Rundhöcker.

Das Gaultgebiet von *Morschach* zeigt zahlreiche deutliche Rundhöcker, ebenso das Valangien bei *Tannen.*

Rundhöcker in Nummulitenkalksandstein in *Riemenstalden* bei *Käppeliberg.* — Gerundete Formen bei *Hinter-Giebel*, am Eingang ins *Muotathal.* — Kleine, flache Buckel im *Frohntal*, südlich *Stoos* (Seewerkalk und Gault), ebenso östlich bei *Mettlersweid.* — Jenseits des *Muotathals* um *Illgau* zahlreich. — Grossartige, gerundete, jetzt verkarrte Kalkflächen in der ganzen *Axenkette.*

c) Gletschererosion, Talformen.

Ohne mich hier irgendwie mit der Theorie dieser Erscheinungen befassen zu wollen, sei nur erwähnt, dass *Brückner*[1]) die Terrassen von *Morschach* und der *Schilte, Seelisberg* etc. als Reste der alten (interglacialen) Taloberfläche ansieht, in welche die Gletscher das steilwandige tiefere Becken des *Urnersees* eingeschnitten hätten. Die Terrasse des *Stoos* wird (loc. cit., p. 535) im Zusammenhang mit entsprechenden Vorkommnissen ins Niveau der präglacialen Landoberfläche gestellt.

Als kleines Kar-Tal im Sinne von *Penck* dürfte wohl das *Frohntal* gelten. (Runder Schluss, Vertiefung gegen den Ausgang, wo der Bach vor den Rundhöckern in Löchern verschwindet. Dort ist auch ein flacher, sumpfiger Boden, vielleicht ein ausgefülltes Seelein.)

C. Wildbäche, Schuttkegel, Alluvionen.

1. Wildbäche.

Typische und grosse Wildbäche fehlen im Gebiet.

Das *Riemenstaldental* besitzt auf seiner Nordseite zahlreiche schlimme Trichter, die aber eher Verwitterungstrichter als Wildbachsammelgebiete genannt werden müssen. Felsstürze sind dort längst in Vorbereitung[2]), doch haben sich die Zustände seit langer Zeit wenig geändert. Das Material ist 45° NNW fallender Wangschiefer in einer etwas festeren, dickbankigeren Varietät. — Im *Riemenstaldental* besitzen die kompakten Kalke des Urgons und die Echinodermenbreccie (Gault) nur geringe Mächtigkeit und verschwinden beim Hengst gänzlich. So können denn die gefährlichen Rinnen aus den leichter zerfallenden Neocomgesteinen in die petrographisch ähnlichen Wangschiefer rasch hinaufgreifen und werden daher in diesem Gebiet besonders drohend.

---

[1]) *Penck-Brückner*, loc. cit., p. 534 (1903).

[2]) *Heim* (1891), Beitr., XXV, p. 413.

Auch die Bäche, die von N nach *Muotathal* herabkommen, sowie auch der *Mettelbach*, haben ihr Sammelgebiet in Wangschiefern. Der *Rambach* hat kein böses Sammelgebiet, dürfte ein solches mit der Zeit bekommen, wenn nicht durch Talsperren verbaut wird, worauf schon *Culmann* in seinem Bericht über die Wildbäche der Schweiz (1864; p. 217 f.) drang. Bis *Muotathal* ist die *Muota* sozusagen geschiebefrei. Erst die Bäche bei und unterhalb *Muotathal* bringen solches, nicht zum mindesten auch der *Klingentobelbach* (nach *Culmann*), dessen Sammelgebiet in Flysch liegt.

2. Schuttkegel.

Nordseite des *Riemenstaldentales* mit reichlicher Schuttbedeckung. Nördlich von *Muotathal* grosse Schuttkegel, verschiedene auch im Tal unterhalb des Dorfes. — Zwei Schuttkegel besitzt der *Lauibach* südlich *Morschach;* der obere liegt bei *Hetzig,* dann folgt ein Absturz über ein Felswändchen; der untere folgt nördlich *St. Franziskus.* Die Verwitterungsformen (nach *Brückner* Rippung) werden auf diese Weise durch Zuschüttuug wieder ausgeglichen.

Delta bei *Sisikon* und *Brunnen (Muota).* Altes Delta bei *Ibach* (siehe oben p. 77).

3. Alluvionen.

Ebene von *Brunnen* gegen *Schwyz.*

Das mittlere *Muotathal* und *Riemenstaldental* befinden sich im zweiten Stadium der Talbildung.

Kleine Alluvionsböden: Im *Frohntal;* bei *Blümlisegg* (vielleicht ausgefüllte Seelein; letzteres ein Moränenstausee), *Tröligen-Alp, Laubgarten.* Westlich *Frutt* (südlich ob *Muotathal*).

Der *Stoosbach* lagert sein Material bei *Blümlisegg* ab, dann fasst er wieder neues, besonders aus den Moränen; sein Schuttkegel ist klein. Auch der *Illgau-Bach (Bett-Bach)* lagert schon oben ab, daher hat er fast keinen Schuttkegel. Im Gegensatz dazu besitzt der *Mettelbach* einen sehr grossen, da der Bach all sein Material über die Wand herunterwirft.

4. Quellen.

Zwei grosse Quellen treten aus der Basis des Schrattenkalkes der Furggelenpassmulde aus, da, wo sie das *Muotathal* kreuzt (bei *Ried*)[1]). Die Quelle an der linken Talseite tritt zirka 30 m. über dem Talboden aus. Mitte September schätzte ich 130—150 Sekundenliter. Die der rechten Talseite tritt an verschiedenen, nahe bei einander gelegenen Stellen aus; sie kommt nicht unmittel-

[1]) Vgl. *Heim* (1891), p. 47, 411.

bar aus dem Fels, sondern aus Schutt hervor. Die Wassermenge betrug zirka 60—70 Sekundenliter. Beide besassen eine Temperatur von 9 ° C. Weiter talaufwärts, an der rechten Talseite ob *Jessenen*, tritt an der Basis des Schrattenkalks eine Quelle hervor, die einen Wasserfall bildet, der aber nur nach Regenwetter stark ist.

Der grosse Quellbach von *Brunnen* entspringt an mehreren Stellen südöstlich *Ingenbohl* in versumpftem Land. Das Sammelgebiet ist jedenfalls das waldige Schrattenkalk-Terrain gegen *Axenstein* hinauf.

Im übrigen kommen eine Menge kleiner Schuttquellen vor. (Östlich ob *Morschach*, gefasst; südlich *Muotathal*, aus Moränen, gefasst; im *Stoosbachtobel*, Schuttgrundquellen auf Seewerschiefer austretend; *Riemenstalden*, reine Schuttquellen, u. a.)

D. Verwitterung, Oberflächenformen.

1. Chemische Verwitterung.

Karrenbildung.

Die Karrenbildung ist in unserem Gebiete fast ausschliesslich an den Schrattenkalk gebunden. Der Seewerkalk und hie und da auch der Gaultkalk des *Frohnalpstock*daches macht eine kleine Ausnahme, doch sind die Karrenformen dort nur schwach und auf geringer Fläche ausgebildet.

Alte Karrenflächen, die heute meistens mit Schutt und Erde bedeckt sind, findet man im Schrattenkalk südöstlich *Brunnen*, gegen *Axenstein* hinauf. (Entblössungen an der *Olympstrasse;* ferner im Park von *Axenstein* [fälschlich „Gletscherfeld" bezeichnet], auch bei *Axenfels.*) Diese stammen aus einer Zeit, da die Vegetation noch spärlich war, also wohl aus der Zeit nach dem letzten Rückzug der Gletscher. Am Hange ob *Brunnen* sind die Karrenfurchen und -löcher oft mit einer Art Terra rossa ausgefüllt, die zum Teil ein Auslaugungsrückstand sein mag, zur Hauptsache aber wohl dem Erraticum entstammt.

Frische Karrenflächen finden sich im Gebiet nur an der Abdachung des *Frohnalpstocks* gegen das *Frohntal;* allerdings bloss ein kleines Beispiel im Vergleich mit den enormen Karrenfeldern der *Axenkette*, der *Silbern* und der Alpen östlich des *Bisitales*, doch sind auch jene immerhin recht wild und unwegsam. In der Nähe des Weges, der vom *Stoos* nach dem *Frohnalpstock* führt, trifft man bei zirka 1650 m. verschiedene Versickerungstrichter, von denen namentlich einer besonders tief ist. Auch nahe dem Gipfel und auch im *Frohntal* treten solche Trichter auf. Der Bach verschwindet in ihnen und kommt erst westlich unterhalb vom *Stoos* wieder zum Vorschein.

2. Mechanische Verwitterung.

Durch die mechanische Verwitterung kommen die verschiedenen Gesteine, die einen Berg aufbauen, je nach ihrer Verwitterbarkeit, resp. Resistenzfähigkeit, in den Umrissformen zum Ausdruck. Der *Frohnalpstock*, der sich, wie wir gesehen, aus verschiedenartigen, leichter und schwerer verwitterbaren Sedimentgesteinen zusammensetzt, zeigt in seinen Profilformen strengste Abhängigkeit von den Gesteinen. Aus den äussern Formen kann auf das Gestein geschlossen werden. Da nun der obere Teil des Berges normale Lagerung der Schichten zeigt, mit einer WSW—ENE streichenden Falte (Hauserstockgewölbe, Furggelenpass-Mulde), da er ferner rings herum von Tälern angeschnitten ist, kann man von allen Seiten, vom Valangien- und Berriassockel angefangen hinauf bis zur obersten Kreide, die Schichten vermöge ihrer verschiedenen Verwitterbarkeit und Farbe aus der Ferne leicht unterscheiden. Bei einem solchen herausgeschnittenen Berge lässt sich leicht sagen, wie es in seinem Innern aussieht, und auch die Kartierung à distance kann häufig mit Erfolg angewendet werden.

Äussere Form, Zusammensetzung und Tektonik erscheinen in diesem Gebiet, wie überhaupt in den äussern Kreideketten, in inniger Verbindung, so dass alle Erscheinungen in der Gestaltung des Berges leicht verstanden werden können. Zieht man die Verteilung der Vegetation auf die verschiedenen Gesteinsarten, den Wechsel von Wald und Wiese im Zusammenhang mit Wechsel der Unterlage, von felsigen, mit Walddickicht besetzten Gehängen und mattenreichem Schuttgelände, in den Bereich der Betrachtung; versucht man dazu noch, die Abhängigkeit der menschlichen Siedelungen von der geologischen Gestaltung und den Einfluss des Menschen auf Vegetation und Boden, überhaupt auf das gesamte Landschaftsbild einigermassen zu überschauen, so wird ein offenes Auge den engen Zusammenhang aller Erscheinungen im Naturbilde leicht einsehen können. Ein Beobachter wird bald inne werden, wie viel leichter eine solche allseitige Naturbetrachtung, die zu allgemeinem Verständnis führen soll, hier in den Bergen angestellt werden kann, als im Flachlande, wo die Einflüsse auf das Naturbild weit mannigfaltiger und schwieriger zu verstehen sind.

Publikationen

der

Schweizerischen geologischen Kommission.

Gedruckt auf Kosten der schweizer. Eidgenossenschaft.

1905.

Sämtliche Publikationen hat die Buchhandlung **A. Francke** (vorm. Schmid & Francke) in **Bern** kommissionsweise im Verlag. Bestellungen können bei ihr direkt oder durch jede andere Buchhandlung gemacht werden. Bei grössern Bestellungen treten folgende Vergünstigungen ein:

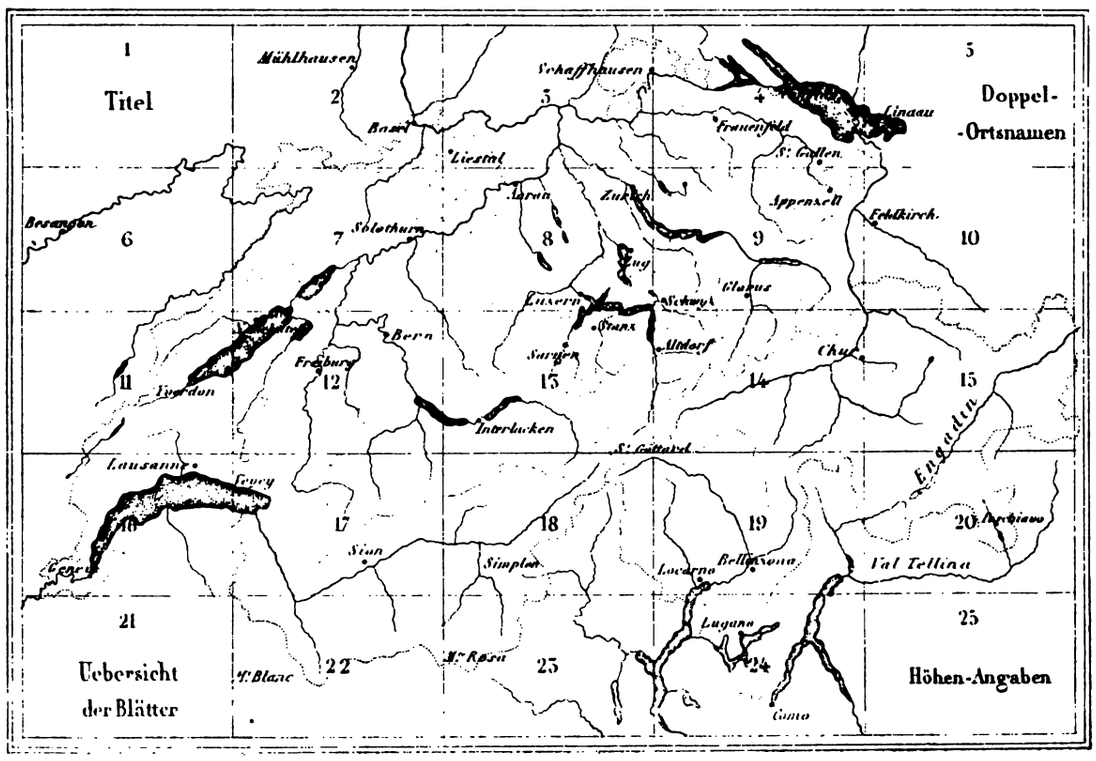
a) bei einer Bestellung von über Fr. 100: 10 % Rabatt.

b) „ „ „ „ „ „ 200: 20 % „ .

I. Geologische Karte der Schweiz in 1 : 100,000

in 25 Blättern

auf Grundlage der Dufourkarte.



† = vergriffen. ** = wird nur bei Abnahme aller Karten in 1:100,000 abgegeben.

Blatt	I.	*(NW-Ecke)* Titel. 1887.	Fr. 1. —
„	II.	*(Basel, Belfort) A. Jaccard* und *A. Müller.* (Lieferung 8.) 1874.	„ 5. —
„	III.	*(Liestal, Schaffhausen) C. Mösch.* (Lieferung 4.) 1876. Mit Grenzgebiet	„ 10. —
—		idem Ohne Grenzgebiet	„ 5. —
„	IV.	*(Frauenfeld, St. Gallen) A. Gutzwiller* und *F. Schalch.* (Lieferung 19.) 1879.	„ 10. —
„	V.	*(NE-Ecke)* Doppelortsnamen. 1887.	„ 1. —
„	VI.	*(Le Locle) A. Jaccard.* (Lieferung 7.) 1870.	„ 5. —
„	VII.	*(Porrentruy, Solothurn).* Zweite Auflage. *L. Rollier* und *E. Kissling.* (Lieferung 8, erstes Suppl. und Lieferung 8, neue Folge.) Mit „Erläuterungen".	„ 10. —
„	VIII.	†*(Zürich, Luzern) C. Mösch* und *F. J. Kaufmann.* (Lfg. 11.) 1871.	„ 10. —
„	IX.	*(Schwyz, Sargans) A. Escher, A. Gutzwiller, C. Mösch, F. J. Kaufmann.* (Lieferung 14.) 1875.	„ 10. —
„	X.	†*(Feldkirch, Arlberg) G. Theobald.* (Lieferung 2.) 1865.	„ 10. —
„	XI.	*(Pontarlier, Yverdon.)* Zweite Auflage. *A. Jaccard.* (Lieferung 7, II.) Mit „Erläuterungen". 1893.	„ 10. —
„	XII.	*(Fribourg, Bern) V. Gilliéron, A. Jaccard, J. Buchmann.* (Lieferung 18.) 1879.	„ 10. —
„	XIII.**	*(Interlaken, Stanz) F. J. Kaufmann, A. Baltzer, C. Mösch.* (Lieferung 24.) 1887.	„ 10. —
„	XIV.	*(Altorf, Chur) A. Heim, A. Escher, G. Theobald, K. v. Fritsch.* (Lieferung 25.) 1885.	„ 10. —
„	XV.**	*(Martinsbruck, Davos) G. Theobald.* (Lieferung 2.) 1864.	„ 10. —
„	XVI.	*(Lausanne, Genève.)* Zweite Auflage. *H. Schardt* und *E. Renevier.* Mit „Erläuterungen". 1899.	„ 10. —
„	XVII.**	*(Vevey, Sion) G. Iscber, E. Favre, E. Renevier, H. Gerlach.* (Lieferung 9.) 1870.	„ 10. —
„	XVIII.	*(Brig, Airolo) E. v. Fellenberg, J. Bachmann, C. Mösch, H. Gerlach.* (Lieferung 21.) 1885.	„ 10. —
„	XIX.	*(Bellinzona, Chiavenna) Fr. Rolle.* (Lieferung 23.) 1882.	„ 10. —
„	XX.**	*(Sondrio, Bormio) G. Theobald.* (Lieferung 3.) 1865.	„ 10. —
„	XXI.	*(SW-Ecke) A. Heim:* Vergleichende Legende.) 1887.	„ 5. —
„	XXII.	†*(Martigny, Aosta) H. Gerlach.* (Lieferung 9.) 1870.	„ 10. —
„	XXIII.	*(Arona, Domo d'Ossola) H. Gerlach.* (Lieferung 26.) 1882.	„ 10. —
„	XXIV.	*(Lugano, Como) Spreafico, Negri* und *Stoppani.* (Lief. 17.) 1876.	„ 10. —
„	XXV.	*(SE-Ecke).* Höhenangaben. 1887.	„ 1. —

II. Geologische Übersichtskarten.

Alph. Favre. *Carte du phénomène erratique et des anciens glaciers* du versant nord des Alpes suisses et de la chaîne du Mont Blanc. 4 feuilles au 1:250,000me. (25me livraison.) 1884. Fr. 20. —

A. Heim und **C. Schmidt.** *Geologische Karte der Schweiz in 1:500,000.* Mit einem erklärenden „Begleitwort". 1894.

Unaufgezogen	Fr.	8. —
Aufgezogen, Taschenformat	„	9. —

III. Geologische Spezialkarten.

Aus technischen Gründen sehen wir uns veranlasst, von nun an eine fortlaufende Numerierung der geologischen Spezialkarten vorzunehmen. Dabei werden auch die bisherigen Karten, soweit sie noch vorrätig sind, numeriert.

Diejenigen Karten des nachstehenden Verzeichnisses, bei denen ein Preis ausgesetz ist, sind separat käuflich; die mit * bezeichneten werden nur mit dem betreffenden Band (siehe Abteilung IV und V) abgegeben; die mit † bezeichneten sind vergriffen.

Nr.	†1.	**A. Müller,** Karte des Kantons Basel, 1 : 50,000. 1863.	Fr. —. —
„	*2.	**C. Mösch.** Karte von Brugg, 1 : 25,000. (4. Lieferung.) 1867.	„ —. —
„	3.	**F. J. Kaufmann.** Karte des Pilatus, 1 : 25,000. (5. Lieferung.) 1867.	„ 5. —
„	*4.	a, b. **L. Rollier.** 2 Cartes des environs de St-Imier au 1 : 25,000. (8e livraison, 1er suppl.) 1894.	„ —. —
„	5.	a, b, c, d. **A. Escher von der Linth.** Karte des Säntis, 1 : 25,000. (13. Lieferung.) 1878. Mit 2 Profiltafeln	„ 15. —
„	5.	a, b. — idem Die Karten allein	„ 10. —
„	5.	c, d. — idem Die Profile allein	„ 5. —
„	6.	a, b, c, d. **K. v. Fritsch.** Karte des St. Gotthard, 1 : 50,000. (15. Lieferung.) 1873. Mit 3 Profiltafeln	„ 15. —
„	6.	a. — idem Die Karte allein	„ 10. —
„	6.	b, c, d. — idem Die Profile allein	„ 5. —
„	*7.	**E. Renevier.** Carte des Hautes Alpes vaudoises au 1 : 50,000. (16e livr.) 1890.	„ —. —
„	*8.	**A. Baltzer.** Karte der Kontaktzone von Kalk und Gneiss zwischen Lauterbrunnen und Reussthal, 1 : 50,000. (20. Lieferung.) 1880.	„ —. —
„	*9.	**E. Favre** et **H. Schardt.** Carte du Pays-d'Enhaut vaudois au 1 : 25,000. (22e livraison.) 1887.	„ —. —
„	10.	a, b. **A. Baltzer, F. Jenny** und **E. Kissling.** Exkursionskarte der Umgebung von Bern, 1 : 25,000. (30. Lieferung.) 1896.	„ —. —
„	*11.	**L. Du Pasquier.** Karte der fluvioglacialen Ablagerungen in der Nordschweiz, 1 : 100,000. (1. Lieferung, II. Serie.) 1891.	„ —. —
„	*12.	— Der Niederterrassenschotter ausserhalb der innern Moränen, 1 : 250,000. (1. Lieferung, II. Serie.) 1891.	„ —. —
„	*13.	**C. Burckhardt.** Die nördlichste Kreidekette der Alpen von der Sihl bis zur Thur, 1 : 50,000. (2. Lieferung, II. Serie.) 1893.	„ —. —
„	*14.	**E. C. Quereau.** Die Klippenregion von Iberg im Sihlthal, 1 : 25,000. (3. Lieferung, II. Serie.) 1893.	„ —. —
„	*15.	**A. Aeppli.** Karte des Gebietes zwischen Zürchersee und Zugersee, 1 : 25,000. (4. Lieferung, II. Serie.) 1894.	„ —. —

Nr. 16.	**C. Burckhardt.** Die Kreidegebirge nördlich des Klönthales, 1 : 50,000. (5. Lieferung, II. Serie.) 1896.	Fr.	5. —
„	*17. **L. Wehrli.** Das Dioritgebiet von Disentis bis Brigels, 1 : 50,000. (6. Lieferung, II. Serie.) 1896.	„	—. —
„	18. **Chr. Piperoff.** Karte des Calanda, 1 : 50,000. (7. Lfg., II. Serie.) 1897.	„	5. —
„	*19. **L. Rollier.** Carte des environs d'Asuel, au 1 : 25,000. (8e livr., IIe série).	„	—. —
„	*20. **L. Rollier.** Carte de la Hohe Winde, au 1 : 25,000. (8e livr., IIe série.) 1898.	„	—. —
„	21. **J. Oberholzer.** Karte der Bergstürze bei Glarus, Schwanden und Näfels, 1 : 20,000. (9. Lieferung, II. Serie.) 1900.	„	5. —
„	*22. **Th. Lorenz.** Karte des Fläscherberges, 1 : 25,000. (10. Lfg., II. Serie.) 1900.	„	—. —
„	23. **L. Rollier.** Carte tectonique des environs de Moutier au 1 : 25,000. 1901.	„	6. —
„	24. **L. Rollier.** Carte tectonique des environs de Bellelay au 1 : 25,000. 1901.	„	6. —
„	25. **Fr. Mühlberg.** Karte der Lägern, 1 : 25,000. Mit „Erläuterungen". 1901.	„	6. —
„	26. **A. Buxtorf.** Karte von Gelterkinden, 1 : 25,000. Mit 2 Profiltafeln. (11. Lieferung, II. Serie.) 1901.	„	5. —
„	27. **A. Tobler.** Karte der Klippenregion am Vierwaldstättersee, 1 : 100,000. (12. Lieferung, II. Serie.) (Im Druck.)		
„	28. **A. Tobler.** Karte des Stanzerhorns, 1 : 25,000. (id.) (id.)		
„	29. **A. Tobler.** Karte des Mythen, 1 : 25,000. (12. Lfg., II. Serie.) (Im Druck.)		
„	30. **Th. Rittener.** Carte de la Côte-aux-Fées et des environs de Ste-Croix et Baulmes. 1 : 25,000. (13e livraison, IIe série.) 1902.	„	6. —
„	31. **Fr. Mühlberg.** Karte von Brugg und Umgebung, 1 : 25,000. Mit „Erläuterungen". 1904.	„	6. —
„	32. **L. Rollier.** Carte géologique du Weissenstein, 1 : 25,000. 1904.	„	5. —
„	33. **L. Rollier.** Carte géologique des environs de Delémont, 1 : 25,000. 1904.	„	6. —
„	34. **J. Hug.** Karte von Andelfingen und Umgebung, 1 : 25,000. (15. Lfg., II Serie.) (Im Druck.)	„	—. —
„	35. **J. Hug.** Karte der Umgebung des Rheinfalles, 1 : 25,000. (15. Lfg., II. Serie.) (Im Druck.)	„	—. —
„	36. **J. Hug.** Karte der Umgebung von Kaiserstuhl, 1 : 25,000. (15. Lfg., II. Serie.) (Im Druck.)	„	—. —
„	37. **Arnold Heim.** Karte vom Westende des Säntisgebirges, 1 : 25,000. (16 Lfg., II Serie.) (Im Druck.)	„	—. —
„	38. **Albert Heim.** Karte des Säntis, 1 : 25,000. (16. Lfg., II. Serie.) (Im Druck.)	„	—. —
„	39 **Ernst Blumer.** Karte vom Ostende des Säntisgebirges, 1 : 25,000. (16. Lfg., II. Serie.) (Im Druck.)	„	—. —
„	40. **J. J. Pannekoek.** Karte von Seelisberg, 1 : 25,000. (17. Lfg., II. Serie.) (Im Druck.)	„	—. —
„	41. **P. Arbenz.** Karte des Fronalpstockes bei Brunnen, 1 : 25,000. (18. Lfg., II. Serie.) 1905.	„	—. —
„	*42. **L. W. Collet.** Carte géologique de la chaîne Tour Saillère-Pic de Tanneverge, 1 : 50,000. (19e livraison, IIe série.) 1904.	„	—. —

IV. Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz.

Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse.

Textbände in 4°.

Erste Serie.

† = vergriffen. ** = nur verkäuflich bei Abnahme der ganzen Serie.

Erste Lieferung: *A. Müller.* Geologische Beschreibung des *Kantons Basel* und der *angrenzenden Gebiete.* Mit 2 Profiltafeln. Zweite, vom Verfasser revidierte Auflage. 1884. Fr. 5. —

****Zweite Lieferung:** *G. Theobald.* Geologische Beschreibung der *nördlichen Gebirge von Graubünden.* Mit 18 Profiltafeln. 1863. „ 15. —

****Dritte Lieferung:** *G. Theobald.* Geologische Beschreibung der *südöstlichen Gebirge von Graubünden.* Mit 8 Profiltafeln. 1866. „ 15. —

Vierte Lieferung: *C. Mösch.* Geologische Beschreibung des *Aargauer Jura.* Mit 9 Tafeln und 1 Karte (Brugg). 1867. „ 20. —

Fünfte Lieferung: *F. J. Kaufmann.* Geologische Beschreibung des *Pilatus.* Mit 1 Karte und 10 Tafeln. 1867. Text, Tafeln und Karte „ 20. —

— idem Karte des *Pilatus* 1 : 25,000 „ 5. —

****Sechste Lieferung:** *A. Jaccard.* Description géologique du *Jura vaudois* et *neuchâtelois* et de *quelques districts adjacents du Jura français* et de *la plaine suisse* compris dans les feuilles XI et XVI de l'atlas fédéral. 1869. „ 10. —

Siebente Lieferung: I. *A. Jaccard.* Supplément à la description géologique du *Jura vaudois* et *neuchâtelois.* 1870. „ 5. —

— II. *A. Jaccard.* Deuxième supplément à la description géologique du *Jura neuchâtelois, vaudois, des districts adjacents du Jura français* et de *la plaine suisse,* avec 4 phototypies et 4 planches. 1893. „ 15. —

Achte Lieferung: *J. B. Greppin.* Description géologique du *Jura bernois* et de *quelques districts adjacents* compris dans la feuille VII de l'atlas fédéral, avec une planche de profils géologiques et 7 de fossiles. 1870. „ 15. —

— Ier Supplément. *L. Rollier.* Structure et histoire géologiques d'une partie du *Jura central,* avec 2 cartes géologiques, 4 planches de profils et 1 phototypie. 1894. „ 15. —

Neunte Lieferung: *H. Gerlach.* Das *südwestliche Wallis* mit den angrenzenden Landesteilen von *Savoyen* und *Piemont.* Hierzu 1 Blatt Profile. 1872. „ 15. —

— idem Text allein „ 10. —

Zehnte Lieferung: *C. Mösch.* Der *südliche Aargauer Jura* und *seine Umgebungen,* enthalten auf Blatt VIII des eidgenössischen Atlas. Mit einem Anhang zur IV. Lieferung der „Beiträge" *(Aargauer Jura).* 1874. „ 10. —

Elfte Lieferung: *F. J. Kaufmann.* Gebiete der Kantone *Bern, Luzern, Schwyz* und *Zug,* enthalten auf Blatt VIII *(Rigi und Mittelschweiz),* nebst einer Beilage: *Systematisches Petrefakten-Verzeichnis der helvetischen Stufe der Schweiz und Schwabens,* von *Ch. Mayer.* 1872. Fr. 25. —

Zwölfte Lieferung: *V. Gilliéron.* Les *Alpes de Fribourg en général* et *Montsalvens en particulier,* avec 10 planches. 1873. „ 20. —

Dreizehnte Lieferung: *A. Escher von der Linth.* Geologische Beschreibung der *Säntisgruppe.* Mit vielen Holzschnitten und 6 Profiltafeln; nebst einer Beilage: *C. Mösch.* Zur Paläontologie des *Säntisgebirges.* Mit 3 Tafeln 1878. „ 20. —

— *A. Escher von der Linth. Geologische Karte des Säntis.* 1 : 25,000, mit 2 Profiltafeln. „ 15. —

— idem Die Karte allein „ 10. —

— idem Die Profile allein „ 5. —

Vierzehnte Lieferung: I. *A. Gutzwiller. Molasse und jüngere Ablagerungen,* enthalten auf Blatt IX des eidgenössischen Atlas. 1877. „ 8. —

— IIa. *F. J. Kaufmann. Kalkstein- und Schiefergebiete* der Kantone *Schwyz* und *Zug* und des *Bürgenstocks bei Stans.* 1877. „ 15. —

— IIb. *Ch. Mayer.* Paläontologie der *Pariserstufe von Einsiedeln* und *seinen Umgebungen.* 1877. „ 7. —

— III. *C. Mösch.* Geologische Beschreibung der *Kalkstein- und Schiefergebirge* der Kantone *St. Gallen, Appenzell* und *Glarus.* 1881. Mit 4 Profiltafeln und 10 Holzschnitten. „ 25. —

****Fünfzehnte Lieferung:** *K. v. Fritsch.* Das *Gotthardgebiet.* Text mit 3 Profiltafeln. 1873. „ 15. —

— *K. von Fritsch. Geolog. Karte des St. Gotthard* in 1 : 50,000 „ 10. —

— idem Die 3 Profiltafeln „ 5. —

Sechzehnte Lieferung: *E. Renevier.* Monographie des *Hautes-Alpes vaudoises.* Avec 1 carte des *Hautes-Alpes vaudoises* au 1 : 50,000, 4 planches de profils, 2 phototypies. 1890. Texte avec carte „ 30. —

— idem Le texte seul „ 20. —

Siebenzehnte Lieferung: *T. Taramelli.* Il cantone *Ticino meridionale* ed i paesi finitimi. Spiegazione del foglio XXIV Duf. colorito geologicamente da *Spreafico, Negri e Stoppani.* Con 1 schizzo del foglio XXIV e 3 tavole. Con appendice ed indice. 1880. „ 20. —

Achtzehnte Lieferung: *V. Gilliéron.* Description des territoires de *Vaud, Fribourg* et *Berne* compris dans la feuille XII entre le lac de *Neuchâtel* et la crête du *Niesen.* Avec 1 tableau des terrains et 13 planches, brochés à part. 1885. „ 25. —

Neunzehnte Lieferung: *A. Gutzwiller* und *F. Schalch.* Geologische Beschreibung der Kantone *St. Gallen, Thurgau* und *Schaffhausen.* 1883. „ 10. —

Zwanzigste Lieferung: *A. Baltzer.* Der *Kontakt zwischen Gneis und Kalk* in den *Berner Alpen.* Mit Atlas von 13 Tafeln und 1 Karte in 1 : 50,000. 1880. Text mit Atlas — Fr. 40. —

Einundzwanzigste Lieferung: *E. v. Fellenberg.* Das Hochgebirge zwischen der *Rhone,* dem *Gasteren-* und *Lauterbrunnental.* Mit 6 Zinkographien und 2 Tafeln. Dazu 1 Atlas mit 18 Tafeln und 1 Exkursionskarte. Nebst einer Beilage: *C. Mösch.* Die Kalk- und Schiefergebirge der *Kientaleralpen,* der *Schilthorn-* und *Jungfraugruppe* und der *Blümlisalpkette* vom *Lauterbrunnental* bis zum *Öschinensee.* 1893. Text mit Atlas — „ 25. —

Zweiundzwanzigste Lieferung: *E. Favre* et *H. Schardt.* Description des Alpes du canton de *Vaud* et du *Chablais* jusqu'à la *Dranse* et de la chaîne des *Dents du Midi* formant la partie ouest de la feuille XVII, avec 1 carte et 1 atlas de 18 planches. 1887. Le texte avec atlas — „ 25. —

Les autres territoires de la Feuille XVII seront traités par *H. Schardt* et *M. Lugeon* dans la „*Nouvelle Série*" des „*Matériaux pour la carte géologique de la Suisse*" („*Beiträge*" etc.).

Dreiundzwanzigste Lieferung: *Fr. Rolle.* Das *südwestliche Graubünden* und *nordöstliche Tessin,* enthalten auf Blatt XIX des eidgenössischen Atlas. Mit 9 Profiltafeln. 1881. — „ 5. —

Vierundzwanzigste Lieferung: I. *F. J. Kaufmann. Emmen-* und *Schlierengegenden* nebst *Umgebungen,* bis zur *Brünigstrasse* und Linie *Lungern-Grafenort.* Mit Atlas von 30 Tafeln. 1886. Text mit Atlas — „ 30. —

— II. *Ch. Mayer-Eymar.* Systematisches Verzeichnis der *Kreide- und Tertiär-Versteinerungen* der *Umgegend* von *Thun,* nebst Beschreibung der neuen Arten. 1887. — „ 8. —

— III. *C. Mösch.* Die *Kalk- und Schiefergebirge* zwischen dem *Reuss-* und *Kienthal.* Mit einem Atlas von 35 Profiltafeln und einem geologischen Kärtchen. 1894. — „ 30. —

— IV. *A. Baltzer.* Das *Aarmassiv* nebst einem Abschnitt des *Gotthardmassivs,* enthalten auf Blatt XIII. 1888. — „ 20. —

Fünfundzwanzigste Lieferung: *Alb. Heim.* Geologie der *Hochalpen zwischen Reuss und Rhein.* Text zu Blatt XIV, mit 8 Profiltafeln. Nebst einem Anhang von *petrographischen Beiträgen* von *C. Schmidt.* 1891. — „ 25. —

Sechsundzwanzigste Lieferung: (Noch nicht erschienen.) *C. Schmidt* arbeitet an der Untersuchung des Gebietes vom *Nufenen bis zum Monterosa.*

Siebenundzwanzigste Lieferung: 1. *Heinrich Gerlach.* Sein Leben und Wirken. 2. Die *Penninischen Alpen.* Mit 1 Profiltafel. 3. Bericht über den Bergbau im *Kanton Wallis.* 1883. — „ 20. —

Achtundzwanzigste Lieferung: *Alph. Favre.* Texte explicatif de la *carte du phénomène erratique,* etc., précédé d'une *Introduction* par *Ernest Favre* et suivi d'une biographie de *Léon Du Pasquier* par *Maur. de Tribolet.* Avec 2 portraits. 1898. Fr. 3. —

— *Alph. Favre. Carte* du phénomène erratique et *des anciens glaciers* du versant nord des Alpes suisses et de la chaîne du Mont Blanc. 4 feuilles au 1 : 250,000. 1884. „ 20. —

Neunundzwanzigste Lieferung: *Louis Rollier. Schweizerische geologische Bibliographie.* (Im Druck.)

Dreissigste Lieferung: *A. Baltzer.* Der *diluviale Aargletscher* in den *Umgebungen von Bern.* Mit 17 Tafeln und 38 Figuren im Text. Hierzu eine geologische Exkursionskarte der *Umgebung von Bern,* von *A. Baltzer, F. Jenny* und *E. Kissling,* 1 : 25,000. 1896. „ 20. —

— idem Text allein „ 15. —

— idem Karte allein „ 5. —

V. Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz.

Matériaux pour la Carte géologique de la Suisse.

Textbände in 4°.

Neue (II.) Serie.

Erste Lieferung (des ganzen Werkes 31. Lieferung): *L. Du Pasquier. Über die fluvioglacialen Ablagerungen der Nordschweiz.* Mit 2 Karten und 1 Profiltafel. 1891. Fr. 8. —

Zweite Lieferung (des ganzen Werkes 32. Lieferung): *C. Burckhardt. Die Kontaktzone von Kreide und Tertiär am Nordrande der Schweizeralpen vom Bodensee bis zum Thunersee.* Mit einer Karte 1 : 50,000 und 8 Tafeln. 1893. „ 10. —

Dritte Lieferung (des ganzen Werkes 33. Lieferung): *E. C. Quereau. Die Klippenregion von Iberg im Sihlthal.* Mit einer geologischen Karte 1 : 25,000, 4 Profiltafeln und 13 Zinkographien. 1893. „ 10. —

Vierte Lieferung (des ganzen Werkes 34. Lieferung): *A. Aeppli. Erosionsterrassen und Glacialschotter in ihrer Beziehung zur Entstehung des Zürichsees.* Mit einer Karte 1 : 25,000 und 2 Profiltafeln. 1894. „ 10. —

Fünfte Lieferung (des ganzen Werkes 35. Lieferung): *C. Burckhardt. Kreideketten zwischen Klöntal, Sihl und Linth.* Mit 1 Karte 1 : 50,000 und 6 Tafeln. 1896. „ 18. —

— idem Die Karte allein „ 5. —

Sechste Lieferung (des ganzen Werkes 36. Lieferung): *L. Wehrli. Das Dioritgebiet von Schlans bis Disentis im Bündner Oberland.* Mit 1 Karte in 1 : 50,000 und 6 Tafeln. 1896. „ 10. —

Siebente Lieferung (des ganzen Werkes 37. Lieferung): *Chr. Piperoff. Geologie des Calanda.* Mit 1 Karte in 1 : 50,000, mit Profilen und Ansichten. 1887. Fr. 8. —

— idem *Geologische Karte des Calanda,* 1 : 50,000 „ 5. —

Achte Lieferung (des ganzen Werkes 38. Lieferung): *L. Rollier. IIme Supplément à la Description géologique de la partie jurassienne de la Feuille VII.* Avec 2 cartes géologiques au 1 : 25,000, 1 carte orotectonique au 1 : 250,000, 5 planches de profils etc. 1898. „ 15. —

Neunte Lieferung (des ganzen Werkes 39. Lieferung): *J. Oberholzer. Monographie einiger prähistorischer Bergstürze in den Glarneralpen.* Mit 1 geologischen Karte in 1 : 20,000, 4 Tafeln und 19 Zinkographien. 1900. „ 15. —

— idem Die Karte allein „ 5. —

Zehnte Lieferung (des ganzen Werkes 40. Lieferung): *Th. Lorenz. Monographie des Fläscherberges.* Mit 1 geologischen Karte in 1 : 25,000, 4 Tafeln und 13 Zinkographien. 1900. „ 10. —

Elfte Lieferung (des ganzen Werkes 41. Lieferung): *A. Buxtorf. Geologie der Umgebung von Gelterkinden im Basler Tafel-Jura.* Mit 2 Textfiguren, einer geologischen Karte 1 : 25,000, einer stratigraphischen und einer tectonischen Profiltafel. 1901. „ 10. —

— idem Die Karte mit 2 Profiltafeln „ 5. —

Zwölfte Lieferung (des ganzen Werkes 42. Lieferung): *A. Tobler, Geologische Beschreibung der Klippenregion am Vierwaldstättersee.* (Im Druck.) „ —. —

Dreizehnte Lieferung (des ganzen Werkes 43. Lieferung): *Th. Rittener, Etude géologique de la Côte-aux-Fées et des environs de Ste-Croix et de Baulmes.* Avec 4 planches et une carte géologique au 1 : 25,000. 1902. „ 15. —

— idem La carte seule „ 6. —

Vierzehnte Lieferung (des ganzen Werkes 44. Lieferung): *Fr. Weber, Über den Kali-Syenit des Piz Giuf und seine Ganggefolgschaft.* Mit 5 Tafeln und 14 Zinkographien. „ 10. —

Fünfzehnte Lieferung: *J. Hug.* Über glaciale Ablagerungen in der nordöstlichen Schweiz. (Im Druck.) „ —. —

Sechzehnte Lieferung: *Alb. Heim, M. Jerosch, Ernst Blumer* und *Arn. Heim.* Geologie des Säntisgebirges. (Im Druck.) „ —. —

Siebzehnte Lieferung: *J. J. Pannekoek.* Geologie von Seelisberg und Umgebung. (Im Druck.) „ —. —

Achtzehnte Lieferung: *P. Arbenz.* Geologische Untersuchung des Frohnalpstockgebietes (Kt. Schwyz). Mit 2 Tafeln und 28 Zinkographien. 1905. „ 8. —

Neunzehnte Lieferung: *L. W. Collet.* Etude géolog. de la chaîne Tour Saillère-Pic de Tanneverge. Avec une carte géolog. au 1 : 50,000 et 3 planches „ 5. —

VI. Beiträge zur Geologie der Schweiz.

Matériaux pour la Géologie de la Suisse.

Textbände in 4°.

Geotechnische (III.) Serie.

Erste Lieferung: *Emil Letsch. Die Molassekohlen östlich der Reuss.* Mit 2 Tafeln und 5 Kartenskizzen. 1899. Fr. 10. —

weite Lieferung: *E. Kissling. Die Molassekohlen westlich der Reuss.* Mit 3 Tafeln. 1903. „ 5. —

Dritte Lieferung: *J. Früh* und *C. Schröter. Monographie der schweizer. Torfmoore.* Mit vielen Abbildungen, Tafeln und einer Moorkarte der Schweiz in 1:500,000. „ 40. —

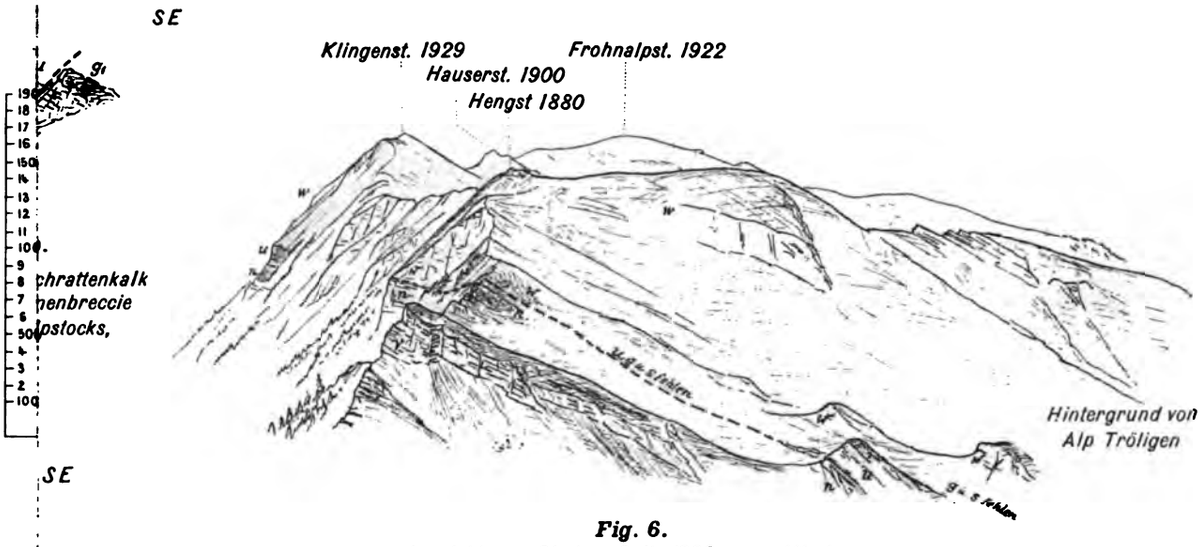


Fig. 6.
Aussicht vom Sissiger Spitz 1908 gegen Westen.
Region mit reduciertem bis fehlendem Cu, g u. s.

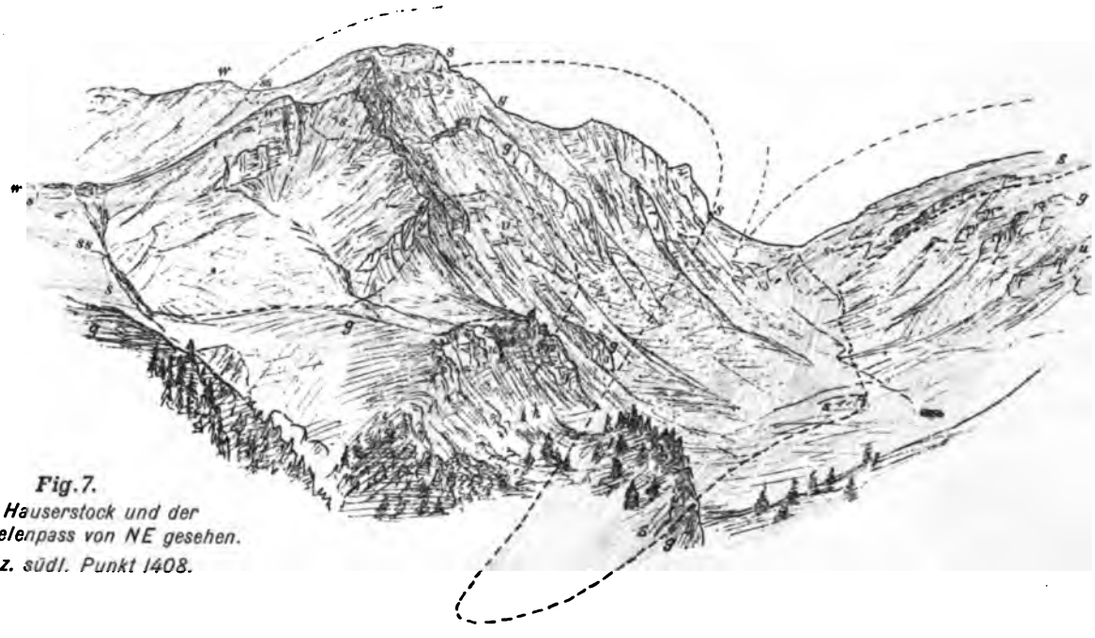


Fig. 7.
Der Hauserstock und der Furggelenpass von NE gesehen.
gez. südl. Punkt 1408.

To avoid fine, this book should be returned on
or before the date last stamped below

JUN 21 1991

Stanford University Libraries
3 6105 004 632 225

554.94
B423
no.48
1905

785986